



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2003346379 A**(43) Date of publication of application: **05.12.03**

(51) Int. Cl.

G11B 7/24
G11B 7/004
G11B 7/0045
G11B 7/007
G11B 7/125
G11B 7/135
G11B 11/105

(21) Application number: **2002151185**(22) Date of filing: **24.05.02**

(71) Applicant:

SONY CORP MATSUSHITA
ELECTRIC IND CO LTD KONINKL
PHILIPS ELECTRONICS NV

(72) Inventor:

KOBAYASHI SHOEI
YAMAGAMI TAMOTSU
KADOWAKI SHINICHI
ISHIDA TAKASHI
SCHEP CORNELIS MARINUS
BORG HERMANUS JOHANNES

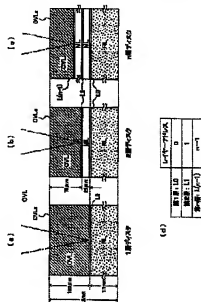
(54) DISK RECORDING MEDIUM, DISK DRIVE, DISK
MANUFACTURING METHOD

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the compatibility, reliability, and accessibility of a single layer disk and a multilayer disk.

SOLUTION: In a single layer disk and a multilayer disk, the first layer which is the recording layer L0 has the same distance from the cover layer surface CVLs to be irradiated with the laser beam in the thickness direction. In the multilayer disk, the second recording layer L1 and succeeding recording layers are formed closer to the cover layer surface CVLs than the first layer L0.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO



(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	サーチワード(参考)
G 1 1 B 7/24	5 2 2	G 1 1 B 7/24	5 2 2 P 5 D 0 2 9
	5 6 1		5 6 1 Q 5 D 0 7 5
7/004		7/004	Z 5 D 0 9 0
7/0045		7/0045	Z 5 D 1 1 9
7/007		7/007	5 D 7 8 9

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 44 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2002-151185(P2002-151185)	(71)出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22)出願日	平成14年5月24日(2002.5.24)	(71)出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
		(74)代理人	100086841 弁理士 藤 茂夫 (外1名)

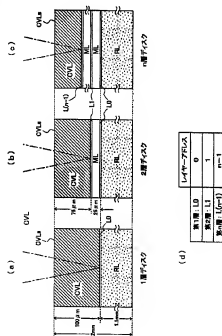
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ディスク記録媒体、ディスクドライブ装置、ディスク製造方法

(57)【要約】

【課題】 1層ディスクと複数層ディスクの互換性、信頼性、アクセス性の向上

【解決手段】 1層ディスクと複数層ディスクとしての種別において、第1層となる記録層 L O はディスク厚み方向において、レーザ光が入射されるカバー層表面 C V L s からの距離を同一とする。また複数層ディスクにおいては、第2層 L 1 以降の記録層は、第1層 L O よりもカバー層表面 C V L s に近づく位置に形成されるようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録層が1つの1層ディスク、及び記録層が複数の複数層ディスクとしての種別を有する中の複数層ディスクであって、

第1層となる記録層は、ディスク厚み方向において、記録又は再生のための光が入射されるカバー層表面からの距離が、上記1層ディスクと同一距離となる位置に形成されていると共に、

第2層以降の記録層は、上記第1層よりも上記カバー層表面に近づく位置に形成されていることを特徴とするディスク記録媒体。

【請求項2】 第1～第nの複数の記録層において、奇数番目の記録層は、ディスク内周側から外周側に向かって記録又は再生が行われ、偶数番目の記録層は、ディスク外周側から内周側に向かって記録又は再生が行われるようにされていることを特徴とする請求項1に記載のディスク記録媒体。

【請求項3】 第1～第nの複数の記録層において、奇数番目の記録層は、ディスク内周側から外周側に向かって順にアドレスが記録されており、

偶数番目の記録層は、奇数番目の記録層の同じ半径位置のアドレスの補数をとって外周側から内周側へアドレスが記録されていることを特徴とする請求項1に記載のディスク記録媒体。

【請求項4】 ディスク記録媒体固有のユニークIDが、記録層を焼き切る記録方式で、第1の記録層にのみ記録されていることを特徴とする請求項1に記載のディスク記録媒体。

【請求項5】 第1～第nの各記録層に、記録再生のための管理情報を、ディスク上にスパイラル状に形成するグループのウォブリングによって再生専用情報として記録したことを特徴とする請求項1に記載のディスク記録媒体。

【請求項6】 第1～第nの各記録層に、記録テストを行うためのテストエリアを設けたことを特徴とする請求項1に記載のディスク記録媒体。

【請求項7】 第1～第nの各記録層に、第1～第nの記録層についてのディフェクト管理情報を記録するエリアを設けたことを特徴とする請求項1に記載のディスク記録媒体。

【請求項8】 第1～第nの各記録層に、交替エリアを設けたことを特徴とする請求項1に記載のディスク記録媒体。

【請求項9】 記録層が1つの1層ディスク、及び記録層が複数の複数層ディスクとしての種別を有し、上記複数層ディスクは、第1層となる記録層は、ディスク厚み方向において、記録又は再生のための光が入射されるカバー層表面からの距離が、上記1層ディスクと同一距離となる位置に形成されていると共に、第2層以降の記録層は、上記第1層よりも上記カバー層表面に近づく位置

に形成されているものである場合において、各種別のディスク記録媒体に対して記録又は再生を行うディスクドライブ装置において、

上記各記録層のトラックに対してのデータ記録又は再生のためにレーザ光照射を行うヘッド手段と、
上記レーザ光の球面収差を補正する補正手段と、
上記レーザ光照射を実行する記録層に応じて上記補正手段を制御し、球面収差を記録層に応じて補正させる補正制御手段と、

10 備えたことを特徴とするディスクドライブ装置。

【請求項10】 上記補正制御手段は、ディスク記録媒体が装填された際には、ディスクの種別に関わらず、上記補正手段に、上記第1層に対応する球面収差補正を実行させることを特徴とする請求項9に記載のディスクドライブ装置。

【請求項11】 ディスク記録媒体が装填された際に、上記第1層において記録層を焼き切る記録方式で記録されているディスク記録媒体固有のユニークIDを読み出すことを特徴とする請求項9に記載のディスクドライブ装置。

20 【請求項12】 上記ディスク記録媒体として、n個の記録層を有する複数層ディスクが装填された場合、第1層～第n層のいずれから、スパイラル状に形成されたグループのウォブリングによって再生専用情報として記録されている記録再生のための管理情報を読み出すことを特徴とする請求項9に記載のディスクドライブ装置。

【請求項13】 上記ディスク記録媒体として、n個の記録層を有する複数層ディスクが装填された場合、第1層～第n層のそれぞれにおいて用意されているテストエリアにおいて、テスト記録を実行することを特徴とする請求項9に記載のディスクドライブ装置。

30 【請求項14】 n個の記録層を有する複数層ディスクとしての上記ディスク記録媒体に対して、第1層～第n層についてのディフェクト管理情報を、第1層～第n層のそれぞれにおいて用意されているディフェクト管理エリアのうちのいずれかに記録することを特徴とする請求項9に記載のディスクドライブ装置。

【請求項15】 上記ディスク記録媒体として、n個の記録層を有する複数層ディスクが装填された場合は、第1層から第n層に順次、記録又は再生を進行させていくことを特徴とする請求項9に記載のディスクドライブ装置。

40 【請求項16】 上記ディスク記録媒体の奇数番目の記録層に対する記録又は再生時には、ディスク内周側から外周側に向かって記録又は再生を実行し、上記ディスク記録媒体の偶数番目の記録層に対する記録又は再生時には、ディスク外周側から内周側に向かって記録又は再生を実行することを特徴とする請求項9に記載のディスクドライブ装置。

【請求項17】 記録層が1つの1層ディスク、及び記

50

記録層が複数の複合層ディスクとしての種別を有する中で、複数の複合層ディスクの製造方法として、第1層となる記録層を、ディスク厚み方向において、記録又は再生のための光が入射されるカバー層表面からの距離が、上記1層ディスクと同一距離となる位置に形成し、

第2層以降の記録層は、上記第1層よりも上記カバー層表面に近づく位置に形成することを特徴とするディスク製造方法。

【請求項18】 第1～第nの複数の記録層において、奇数番目の記録層は、ディスク内周側から外周側に向かって記録又は再生が行われ、偶数番目の記録層は、ディスク外周側から内周側に向かって記録又は再生が行われるようにスパイラル状のグループを形成することを特徴とする請求項17に記載のディスク製造方法。

【請求項19】 第1～第nの複数の記録層において、奇数番目の記録層は、ディスク内周側から外周側に向かって順にアドレスを記録し、

偶数番目の記録層は、奇数番目の記録層の同じ半径位置のアドレスの補数をとって外周側から内周側へアドレスを記録することを特徴とする請求項17に記載のディスク製造方法。

【請求項20】 ディスク記録媒体固有のユニークIDを、記録層を横切る記録方式で、第1の記録層にのみ記録することを特徴とする請求項17に記載のディスク製造方法。

【請求項21】 第1～第nの各記録層に、記録再生のための管理情報を、ディスク上にスパイラル状に形成するグループのウォブリングによって再生専用情報として記録することを特徴とする請求項17に記載のディスク製造方法。

【請求項22】 第1～第nの各記録層に、記録テストを行うためのテストエリアを設けることを特徴とする請求項17に記載のディスク製造方法。

【請求項23】 第1～第nの各記録層に、第1～第nの記録層についてのディフェクト管理情報を記録するエリアを設けることを特徴とする請求項17に記載のディスク製造方法。

【請求項24】 第1～第nの各記録層に、交差エリアを設けることを特徴とする請求項17に記載のディスク製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ディスク等のディスク記録媒体、およびそのディスク記録媒体の製造のためのディスク製造方法、さらにはディスク記録媒体に対するディスクドライブ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 デジタルデータを記録・再生するための技術として、例えば、CD (Compact Disk)、MD (Mini-Disk)、DVD (Digital Versatile Disk) などの、

光ディスク (光磁気ディスクを含む) を記録メディアに用いたデータ記録技術がある。光ディスクとは、金属薄板をプラスチックで保護した円盤に、レーザ光を照射し、その反射光の変化で信号を読み取る記録メディアの総称である。光ディスクには、例えばCD、CD-ROM、DVD-ROMなどとして知られているように再生専用タイプのもの、MD、CD-R、CD-RW、DVD-R、DVD-RW、DVD+RW、DVD+RAMなどで知られているようにユーザーデータが記録可能なタイプがある。記録可能なタイプのものは、光磁気記録方式、相変化記録方式、色素膜変化記録方式などが利用されることで、データが記録可能とされる。色素膜変化記録方式はライトワンス記録方式とも呼ばれ、一度だけデータ記録が可能で書き換え不能であるため、データ保存用途などに好適とされる。一方、光磁気記録方式や相変化記録方式は、データの書き換えが可能であり音楽、映像、ゲーム、アプリケーションプログラム等の各種コンテンツデータの記録を始めとして各種用途に利用される。更に近年、DVR (Data & Video Recording) と呼ばれる高密度光ディスクが開発され、著しい大容量化が図られている。

【0003】 光磁気記録方式、色素膜変化記録方式、相変化記録方式などの記録可能なディスクに対してデータを記録するには、データトラックに対するトラックングを行うための案内手段が必要になり、このために、プリグループとして予め溝 (グループ) を形成し、そのグループもしくはランド (グループとグループに挟まれる断面台地状の部位) をデータトラックとすることが行われている。またデータトラック上の所定の位置にデータを記録することができるようにアドレス情報を記録する必要もあるが、このアドレス情報は、グループをウォブリング (蛇行) させることで記録される場合がある。

【0004】 すなわち、データを記録するトラックが例えばプリグループとして予め形成されるが、このプリグループの側壁をアドレス情報に対応してウォブリングさせる。このようにすると、記録時や再生時に、反射光情報として得られるウォブリング情報からアドレスを読み取ることができ、例えばアドレスを示すビットデータ等を予めトラック上に形成しておくことで、所望の位置にデータを記録再生することができる。このようにウォブリンググループとしてアドレス情報を付加することで、例えばトラック上に離散的にアドレスエリアを設けて例えばビットデータとしてアドレスを記録することが不要となり、そのアドレスエリアが不要となる分、実データの記録容量を増大させることができる。なお、このようなウォブリングされたグループにより表現される絶対時間 (アドレス) 情報は、ATIP (Absolute Time In Pregroove) 又はADIP (Address In Pregroove) と呼ばれる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年開発されているDVRのような高密度ディスクについては、ディスク厚み方向に0.1mmのカバー層(サブストレート)を有するディスク構造において、波長405nmのレーザ(いわゆる青色レーザ)とNAが0.85の対物レンズの組み合わせという条件下でフェーズチェンジャー(相変化マーク)を記録再生を行うとし、トラックピッチ0.32μm、線密度0.12μm/bitで、64KB(キロバイト)のデータブロックを1つの記録再生単位として、フォーマット効率約82%としたとき、直系12cmのディスクに23.3GB(ギガバイト)程度の容量を記録再生できる。また、同様のフォーマットで、線密度を0.112μm/bitの密度とすると、25GBの容量を記録再生できる。

【0006】ところがさらに飛躍的な大容量化が求められており、そのためには記録層を多層構造とすることが考えられる。例えば記録層を2層とすることにより、容量は上記の2倍である46.6GB、又は50GBとすることができ。しかしながら、多層構造とする場合、好適なディスクレイアウトや信頼性の確保が課題とされる。さらに、1層構造のディスクとの間の互換性をもとも課題とされる。さらに、第1層、及び第2層以降の各層を含め、記録再生時のアクセス性も考慮する必要がある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明はこれらの事情に鑑みて、ディスク記録媒体としての大容量化や記録再生性能の向上に好適な、複数層の記録層を有するディスク記録媒体、及びそれを製造するためのディスク製造方法、及びディスクドライブ装置を提供することを目的とする。

【0008】このために本発明のディスク記録媒体は、記録層が1つの1層ディスク、及び記録層が複数の複数層ディスクとしての種別を有する中で複数の複数層ディスクであって、第1層となる記録層は、ディスク厚み方向において、記録又は再生のための光が入射されるカバー層表面からの距離が、上記1層ディスクと同一距離となる位置に形成されていると共に、第2層以降の記録層は、上記第1層よりも上記カバー層表面に近づく位置に形成されているものである。また、第1～第nの複数の記録層において、奇数番目の記録層は、ディスク内周側から外周側に向かって記録又は再生が行われ、偶数番目の記録層は、ディスク外周側から内周側に向かって記録又は再生が行われるようにされている。また第1～第nの複数の記録層において、奇数番目の記録層は、ディスク内周側から外周側に向かって順にアドレスが記録されており、偶数番目の記録層は、奇数番目の記録層の同じ半径位置のアドレスの補数をとって外周側から内周側に向かってアドレスが記録されている。またディスク記録媒体面有のユニークIDが、記録層を焼き切る記録方式で、第1の記

記録層にのみ記録されている。また第1～第nの各記録層に、記録再生のための管理情報を、ディスク上にスパイラル状に形成するグループのウォーピングによって再生専用情報として記録している。また、第1～第nの各記録層に、記録テストを行うためのテストエリアが設けられている。また第1～第nの各記録層に、第1～第nの記録層についてのディフェクト管理情報を記録するエリアが設けられている。また第1～第nの各記録層に、交換エリアが設けられている。

【0009】本発明のディスクドライブ装置は、記録層が1つの1層ディスク、及び記録層が複数の複数層ディスクとしての種別を有し、上記複数層ディスクは、第1層となる記録層は、ディスク厚み方向において、記録又は再生のための光が入射されるカバー層表面からの距離が、上記1層ディスクと同一距離となる位置に形成されていると共に、第2層以降の記録層は、上記第1層よりも上記カバー層表面に近づく位置に形成されているものである場合において、各種別のディスク記録媒体に対して記録又は再生を行うディスクドライブ装置である。そして、上記各記録層のトラックに対してのデータ記録又は再生のためにレーザ光照射を行うヘッド手段と、上記レーザ光の球面収差を補正する補正手段と、上記レーザ光照射を実行する記録層に応じた上記補正手段を制御し、球面収差を記録層に応じて補正させる補正制御手段とを備える。また上記補正制御手段は、ディスク記録媒体が装填された際には、ディスクの種別に関わらず、上記補正手段に、上記第1層に対応する球面収差補正を実行させる。またディスク記録媒体が装填された際に、上記第1層において記録層を焼き切る記録方式で記録されているディスク記録媒体面有のユニークIDを読み出すようにする。また上記ディスク記録媒体として、n個の記録層を有する複数層ディスクが装填された場合、第1層～第n層のいずれかから、スパイラル状に形成されたグループのウォーピングによって再生専用情報として記録されている記録再生のための管理情報を読み出すようにする。また上記ディスク記録媒体として、n個の記録層を有する複数層ディスクが装填された場合、第1層～第n層のそれぞれにおいて用意されているテストエリアにおいて、テスト記録を実行するようにする。また、n個の記録層を有する複数層ディスクとしての上記ディスク記録媒体に対して、第1層～第n層についてのディフェクト管理情報を、第1層～第n層のそれぞれにおいて用意されているディフェクト管理エリアのうちのいずれかに記録するようにする。また、上記ディスク記録媒体として、n個の記録層を有する複数層ディスクが装填された場合は、第1層から第n層に順次、記録又は再生を進行させていくようにする。また上記ディスク記録媒体の奇数番目の記録層に対する記録又は再生時には、ディスク内周側から外周側に向かって記録又は再生を実行し、上記ディスク記録媒体の偶数番目の記録層に対する

記録又は再生時には、ディスク外周側から内周側に向かって記録又は再生を実行するようにする。

【0010】本発明のディスク製造方法は、記録層が1つの1層ディスク、及び記録層が複数の複数層ディスクとしての種別を有する中での複数層ディスクの製造方法であり、第1層となる記録層を、ディスク厚み方向において、記録又は再生のための光が入射されるカバー層表面からの距離が、上記1層ディスクと同一距離となる位置に形成し、第2層以降の記録層は、上記第1層よりも上記カバー層表面に近づく位置に形成するものである。

また、第1～第nの複数の記録層において、奇数番目の記録層は、ディスク内周側から外周側に向かって記録又は再生が行われ、偶数番目の記録層は、ディスク外周側から内周側に向かって記録又は再生が行われるようにスパイラル状のグループを形成する。また、第1～第nの複数の記録層において、奇数番目の記録層は、ディスク内周側から外周側に向かって順にアドレスを記録し、偶数番目の記録層は、奇数番目の記録層の同じ半径位置のアドレスの補数をとって外周側から内周側に向かってアドレスを記録する。また、ディスク記録媒体固有のユニークIDを、記録層を焼き切る記録方式で、第1の記録層にのみ記録する。また、第1～第nの各記録層に、記録再生のための管理情報を、ディスク上にスパイラル状に形成するグループのウォブリングによって再生専用情報として記録する。また、第1～第nの各記録層に、記録テストを行うためのテストエリアを設ける。また、第1～第nの各記録層に、第1～第nの記録層についてのディフェクト管理情報を記録するエリアを設ける。また、第1～第nの各記録層に、交差エリアを設ける。

【0011】即ち本発明のディスク記録媒体としての複数層ディスクは、1層ディスクと第1層の位置が共通化される。また、第2層以降の層はカバー層表面に近いものとなるため、特性上有利なものとなることができる。さらに、第1～第nの複数の記録層において、奇数番目の記録層は、ディスク内周側から外周側に向かって記録又は再生が行われ、偶数番目の記録層は、ディスク外周側から内周側に向かって記録又は再生が行われるようにされていることで、各層の記録再生トレースの連続性確保に好適である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態としての光ディスクを説明するとともに、その光ディスクに対応して記録再生を行うディスクドライブ装置（記録再生装置）、及び光ディスクの製造にかかるマスタリング装置、BCA記録装置について説明していく。説明は次の順序で行う。

1. ディスクのウォブリング方式

1-1. ウォブリング方式の全体説明

1-2. MSK変調

1-3. HWM変調

1-4. まとめ

2. DVRへの適用例

2-1. DVRディスクの物理特性

2-2. データのECCフォーマット

2-3. アドレスフォーマット

2-3-1. 記録再生データとアドレスの関係

2-3-2. シンクパート

2-3-3. データパート

2-3-4. アドレス情報の内容

2-4. アドレス復調回路

3. 1層/2層/n層ディスク

3-1. 層構造

3-2. ディスクレイアウト

4. ディスクドライブ装置

4-1. 構成

4-2. ディスク対応処理

5. ディスク製造方法

5-1. マスタリング装置

5-2. 製造手順

5-3. BCA記録装置

【0013】1. ディスクのウォブリング方式

1-1. ウォブリング方式の全体説明

本発明の実施の形態の光ディスク1は、図1に示すように、記録トラックとなるグループGVが形成されている。このグループGVは、内周側から外周側へスパイラル状に形成されている。そのため、この光ディスク1の半径方向の切断面を見ると、図2に示すように、凸状のランドLと、凹状のグループGVとが交互に形成されることとなる。なお、図1のスパイラル方向は、光ディスク1をレーベル面側から見た状態であり、また後述するが、複数の記録層を有するディスクの場合、各記録層でスパイラル状態が異なる。

【0014】光ディスク1のグループGVは、図2に示すように、接線方向に対して蛇行形成されている。このグループGVの蛇行形状は、ウォブル信号に応じた形状となっている。そのため、光ディスクドライブでは、グループGVに照射したレーザスポットLSの反射光からそのグループGVの両エッジ位置を検出し、レーザスポットLSを記録トラックに沿って移動させていった際におけるその両エッジ位置のディスク半径方向に対する変動成分を抽出することにより、ウォブル信号を再生することができる。

【0015】このウォブル信号には、その記録位置における記録トラックのアドレス情報（物理アドレスやその他の付加情報等）が変調されている。そのため、光ディスクドライブでは、このウォブル信号からアドレス情報等を復調することによって、データの記録や再生の際のアドレス制御等を行うことができる。

【0016】なお、本発明の実施の形態では、グループ記録がされる光ディスクについて説明をするが、本発明

はこのようなグループ記録の光ディスクに限らず、ランドにデータを記録するランド記録を行う光ディスクに適用することも可能であるし、また、グループ及びランドにデータを記録するランドグループ記録の光ディスクにも適用することも可能である。

【0017】ここで、本実施の形態の光ディスク1では、2つの変調方式を用いて、ウォブル信号に対してアドレス情報を変調している。一つは、MSK (Minimum Shift Keying) 変調方式である。もう一つは、正弦波のキャリア信号に対して偶数次の高調波信号を付加し、被変調データの符号に応じて当該高調波信号の極性を変化させることによって変調する方式である。以下、正弦波のキャリア信号に対して偶数次の高調波信号を付加し、被変調データの符号に応じて当該高調波信号の極性を変化させることによって変調する変調方式のことを、HMW (Harmonic Wave) 変調と呼ぶものとする。

【0018】本実施の形態の光ディスク1では、図3に示すように、所定周波数の正弦波の基準キャリア信号波形が所定周期連続したブロックを構成し、このブロック内に、MSK変調されたアドレス情報が挿入されるMSK変調部と、HMW変調されたアドレス情報が挿入されるHMW変調部とを設けたウォブル信号を生成する。すなわち、MSK変調されたアドレス情報と、HMW変調されたアドレス情報とを、ブロック内の異なる位置に挿入している。さらに、MSK変調で用いられる2つの正弦波のキャリア信号のうちの一方のキャリア信号と、HMW変調のキャリア信号とを、上記の基準キャリア信号としている。また、MSK変調部とHMW変調部とは、それぞれブロック内の異なる位置に配置するものとし、MSK変調部とHMW変調部との間には、1周期以上の基準キャリア信号が配置されるものとしている。

【0019】なお、なんらデータの変調がされておらず、基準キャリア信号の周波数成分だけが現れる部分を、以下モノトーンウォブルと呼ぶ。また、以下では、基準キャリア信号として用いる正弦波信号は、 $\cos(\omega t)$ であるものとする。また、基準キャリア信号の1周期を1ウォブル周期と呼ぶ。また、基準キャリア信号の周波数は、光ディスク1の内周から外周まで一定であり、レーザスポットが記録トラックに沿って移動する際の線速度との関係に応じて定まる。

【0020】1-2、MSK変調
以下、MSK変調及びHMW変調の変調方法についてさらに詳細に説明をする。ここではまず、MSK変調方式を用いたアドレス情報の変調方式について説明をする。MSK変調は、位相が連続したFSK (Frequency Shift Keying) 変調のうちの変調指数が、0.5のものである。FSK変調は、周波数f1と周波数f2の2つのキャリア信号に対して、被変調データの符号の“0”、“1”をそれぞれ対応させて変調する方式である。つまり、被変調データが“0”であれば周波数f1の正弦波

波形を出力し、被変調データが“1”であれば周波数f2の正弦波波形を出力する変調方式である。さらに、位相が連続したFSK変調の場合には、被変調データの符号の切り換えタイミングにおいて、2つのキャリア信号の位相が連続する。

【0021】このFSK変調では、変調指数mというものが定義される。この変調指数mは、 $m = |f1 - f2| / T$ で定義される。ここで、Tは、被変調データの伝送速度(1/最短の符号長の時間)である。このmが0.5の場合の位相連続FSK変調のことを、MSK変調という。

【0022】光ディスク1では、MSK変調される被変調データの最短の符号長Lは、図4(A)及び図4(B)に示すように、ウォブル周期の2周期分としている。なお、被変調データの最短符号長Lは、ウォブル周期の2倍以上で且つ整数倍の周期であれば、どのような長さであっても良い。また、MSK変調に用いられる2つの周波数は、一方を基準キャリア信号と同一の周波数とし、他方を基準キャリア信号の1.5倍の周波数とする。すなわち、MSK変調に用いられる信号波形は、一方が $\cos(\omega t)$ 又は $-\cos(\omega t)$ となり、他方が $\cos(1.5\omega t)$ 又は $-\cos(1.5\omega t)$ となる。

【0023】光ディスク1のウォブル信号にMSK変調方式で被変調データを挿入する場合、まず、図4(C)に示すように、被変調データのデータストリームに対して、ウォブル周期に対応するクロック単位で並進符号化処理をする。すなわち、被変調データのストリームと、基準キャリア信号の1周期分遅延させた遅延データとを差分演算する。この並進符号化処理をしたデータを、プリコードデータとする。

【0024】続いて、このプリコードデータをMSK変調して、MSKストリームを生成する。このMSKストリームの信号波形は、図4(D)に示すように、プリコードデータが“0”のときには基準キャリアと同一の周波数の波形($\cos(\omega t)$)又はその反転波形($-\cos(\omega t)$)となり、プリコードデータが“1”のときには基準キャリアの1.5倍の周波数の波形($\cos(1.5\omega t)$)又はその反転波形($-\cos(1.5\omega t)$)となる。従って、例えば、被変調データのデータ列が、図4(B)に示すように“010”というパターンである場合には、MSKストリームの信号波形は、図4(E)に示すように、1ウォブル周期毎に、 $\cos(\omega t)$ 、 $\cos(\omega t)$ 、 $\cos(1.5\omega t)$ 、 $-\cos(\omega t)$ 、 $-\cos(1.5\omega t)$ 、 $\cos(\omega t)$ といった波形となる。

【0025】光ディスク1では、ウォブル信号を以上のようなMSKストリームとすることによって、ウォブル信号にアドレス情報を変調している。ここで、被変調データを並進符号化して上述のようなMSK変調した場合には、被変調データの同期検波が可能となる。このよう

に同期検波ができるのは以下のような理由による。

【0026】差動符号化データ（プリコードデータ）は、被変調データの符号変化点でビットが立つ（“1”となる）。被変調データの符号長がウォール周期の2倍以上とされているので、被変調データの符号長の後半部分には、必ず基準キャリア信号（ $\cos(\omega t)$ ）又はその反転信号（ $-\cos(\omega t)$ ）が挿入されることとなる。プリコードデータのビットが“1”となると、基準キャリア信号に対して1.5倍の周波数の波形が挿入され、さらに、符号の切り換え点においては位相を合わせて波形が接続される。従って、被変調データの符号長の後半部分に挿入される信号波形は、被変調データが“0”であれば、必ず基準キャリア信号波形（ $\cos(\omega t)$ ）となり、被変調データが“1”であれば必ずその反転信号波形（ $-\cos(\omega t)$ ）となる。同期検波出力は、キャリア信号に対して位相が合っていれば、プラス側の値になり、位相が反転していればマイナス側の値となるので、以上のようなMSK変調した信号を基準キャリア信号により同期検波すれば、被変調データの復調が可能となる。

【0027】なお、MSK変調では、符号の切り換え位置において位相を合わせて変調がされるので、同期検波信号のレベルが反転するまでには遅延が生じる。そのため、以上のようなMSK変調された信号を復調する場合に、例えば、同期検波出力の積算ウィンドウを、1/2ウォール周期遅延させることによって、正確な検出出力値を得ることができる。

【0028】図5に、以上のようなMSKストリームから、被変調データを復調するMSK復調回路を示す。MSK復調回路10は、図5に示すように、PLL回路11と、タイミングジェネレータ（TG）12と、乗算器13と、積算器14と、サンプル/ホールド（SH）回路15と、スライス回路16とを備えている。

【0029】PLL回路11には、ウォール信号（MSK変調されたストリーム）が入力される。PLL回路11は、入力されたウォール信号からエッジ成分を検出して、基準キャリア信号（ $\cos(\omega t)$ ）に同期したウォールクロックを生成する。生成されたウォールクロックは、タイミングジェネレータ12に供給される。

【0030】タイミングジェネレータ12は、入力されたウォール信号に同期した基準キャリア信号（ $\cos(\omega t)$ ）を生成する。また、タイミングジェネレータ12は、ウォールクロックから、クリア信号（CLR）及びホールド信号（HOLD）を生成する。クリア信号（CLR）は、ウォール周期の2周期が最小符号長となる被変調データのデータクロックの開始エッジから、1/2ウォール周期遅延したタイミングで発生される信号である。また、ホールド信号（HOLD）は、被変調データのデータクロックの終了エッジから、1/2ウォール周期遅延したタイミングで発生される信号である。タイミングジェネ

レータ12により生成された基準キャリア信号（ $\cos(\omega t)$ ）は、乗算器13に供給される。生成されたクリア信号（CLR）は、積算器14に供給される。生成されたホールド信号（HOLD）は、サンプル/ホールド回路15に供給される。

【0031】乗算器13は、入力されたウォール信号と、基準キャリア信号（ $\cos(\omega t)$ ）とを乗算して、同期検波処理を行う。同期検波された出力信号は、積算器14に供給される。積算器14は、乗算器13により同期検波された信号に対して積算処理を行う。なお、この積算器14は、タイミングジェネレータ12により生成されたクリア信号（CLR）の発生タイミングで、その積算値を0にクリアする。サンプル/ホールド回路15は、タイミングジェネレータ12により生成されたホールド信号（HOLD）の発生タイミングで、積算器14の積算出力値をサンプルして、次のホールド信号（HOLD）が発生するまで、サンプルした値をホールドする。スライス回路16は、サンプル/ホールド回路15によりホールドされている値を、原点（0）を閾値として2値化し、その値の符号を反転して出力する。そして、このスライス回路16からの出力信号が、復調された被変調データとなる。

【0032】図6及び図7に、“0100”というデータ列の被変調データに対して上述のMSK変調をして生成されたウォール信号（MSKストリーム）と、このウォール信号が上記MSK復調回路10に入力された場合の各回路からの出力信号波形を示す。なお、図6及び図7の横軸（n）は、ウォール周期の周期番号を示している。図6は、入力されたウォール信号（MSKストリーム）と、このウォール信号の同期検波出力信号（ $\text{MSK} \times \cos(\omega t)$ ）を示している。また、図7は、同期検波出力信号の積算出力値、この積算出力値のホールド値、並びに、スライス回路16から出力される復調された被変調データを示している。なお、スライス回路16から出力される復調された被変調データが遅延しているのは、積算器14の処理遅延のためである。

【0033】以上のように、被変調データを差動符号化して上述のようなMSK変調した場合には、被変調データの同期検波が可能となる。光ディスク1では、以上のようにMSK変調したアドレス情報をウォール信号に含めている。このようにアドレス情報をMSK変調してウォール信号に含めることによって、ウォール信号に含まれる高周波成分が少なくなる。従って、正確なアドレス検出を行うことが可能となる。また、このMSK変調されたアドレス情報は、モントーンウォール内に挿入されるので、隣接トラックに与えるクロストークを少なくすることができ、S/Nを向上させることができる。また、本光ディスク1では、MSK変調をしたデータを同期検波して復調することができるので、ウォール信号の復調を正確且つ簡易に行うことが可能となる。

【0034】1-3. HMW変調

次にHMW変調方式を用いたアドレス情報の変調方式について説明する。HMW変調は、上述のように正弦波のキャリア信号に対して偶数次の高調波信号を付加し、当該高調波信号の極性を被変調データの符号に応じて変化させることによってデジタル符号を変調する変調方式である。

【0035】光ディスク1では、HMW変調のキャリア信号は、上記MSK変調のキャリア信号である基準キャリア信号($\cos(\omega t)$)と同一周波数及び位相の信号としての、付加する偶数次の高調波信号は、基準キャリア信号($\cos(\omega t)$)の2次高調波である $\sin(2\omega t)$ 、 $-\sin(2\omega t)$ とし、その振幅は、基準キャリア信号の振幅に対して12dBの振幅としている。被変調データの最小符号長は、ウォブル周期(基準キャリア信号の周期)の2倍としている。そして、被変調データの符号が“1”のときには $\sin(2\omega t)$ をキャリア信号に付加し、“0”のときには $-\sin(2\omega t)$ をキャリア信号に付加して変調を行うものとする。

【0036】以上のような方式でウォブル信号を変調した場合の信号波形を図8に示す。図8(A)は、基準キャリア信号($\cos(\omega t)$)の信号波形を示している。図8(B)は、基準キャリア信号($\cos(\omega t)$)に対して $\sin(2\omega t)$ が付加された信号波形、即ち、被変調データが“1”のときの信号波形を示している。図8(C)は、基準キャリア信号($\cos(\omega t)$)に対して $-\sin(2\omega t)$ が付加された信号波形、即ち、被変調データが“0”のときの信号波形を示している。

【0037】なお、光ディスク1では、キャリア信号に加える高調波信号を2次高調波としているが、2次高調波に限らず、偶数次の高調波であればどのような信号を加算してもよい。また光ディスク1では、2次高調波のみを加算しているが、2次高調波と4次高調波との両者を同時に加算するといったように複数の高調波信号を同時に加算しても良い。

【0038】ここで、このように基準キャリア信号に対して正負の偶数次の高調波信号を付加した場合には、その生成波形の特性から、この高調波信号により同期検波して、被変調データの符号長時間その同期検波出力を積分することによって、被変調データを復調することが可能である。

【0039】図9に、以上のようなHMW変調がされたウォブル信号から、被変調データを復調するHMW復調回路を示す。HMW復調回路20は、図9に示すように、PLL回路21と、タイミングジェネレータ(TG)22と、乗算器23と、積算器24と、サンプル/ホールド(SH)回路25と、スライス回路26とを備えている。

【0040】PLL回路21には、ウォブル信号(HMW変調されたストリーム)が入力される。PLL回路2

1は、入力されたウォブル信号からエッジ成分を検出して、基準キャリア信号($\cos(\omega t)$)に同期したウォブルクロックを生成する。生成されたウォブルクロックは、タイミングジェネレータ22に供給される。

【0041】タイミングジェネレータ22は、入力されたウォブル信号に同期した2次高調波信号($\sin(2\omega t)$)を生成する。また、タイミングジェネレータ22は、ウォブルクロックから、クリア信号(CLR)及びホールド信号(HOLD)を生成する。クリア信号(CLR)は、ウォブル周期の2周期が最小符号長となる被変調データのデータクロックの開始エッジのタイミングで発生される信号である。また、ホールド信号(HOLD)は、被変調データのデータクロックの終了エッジのタイミングで発生される信号である。タイミングジェネレータ22により生成された2次高調波信号($\sin(2\omega t)$)は、乗算器23に供給される。生成されたクリア信号(CLR)は、積算器24に供給される。生成されたホールド信号(HOLD)は、サンプル/ホールド回路25に供給される。

【0042】乗算器23は、入力されたウォブル信号と、2次高調波信号($\sin(2\omega t)$)とを乗算して、同期検波処理を行う。同期検波された出力信号は、積算器24に供給される。積算器24は、乗算器23により同期検波された信号に対して積算処理を行う。なお、この積算器24は、タイミングジェネレータ22により生成されたクリア信号(CLR)の発生タイミングで、その積算値を0にクリアする。サンプル/ホールド回路25は、タイミングジェネレータ22により生成されたホールド信号(HOLD)の発生タイミングで、積算器24の積算出力値をサンプルして、次のホールド信号(HOLD)が発生するまで、サンプルした値をホールドする。スライス回路26は、サンプル/ホールド回路25によりホールドされている値を、原点(0)を閾値として2値化し、その値の符号を出力する。そして、このスライス回路26からの出力信号が、復調された被変調データとなる。

【0043】図10、図11及び図12に、“1010”というデータ列の被変調データに対して上述のHMW変調をする際に用いられる信号波形と、HMW変調して生成されたウォブル信号と、このウォブル信号が上記HMW復調回路20に入力された場合の各回路からの出力信号波形を示す。なお、図10～図12の横軸(n)は、ウォブル周期の周期番号を示している。図10は、基準キャリア信号($\cos(\omega t)$)と、“1010”というデータ列の被変調データと、この被変調データに応じて生成された2次高調波信号波形($\pm \sin(2\omega t)$)、 -12dB)を示している。図11は、生成されたウォブル信号(HMWストリーム)を示している。図12(A)は、このウォブル信号の同期検波出力信号(HMWX $\sin(2\omega t)$)を示している。図12

(B)は、同期検波出力信号の積算出力値、この積算出力値のホール値、並びに、スライス回路26から出力される復調された被変調データを示している。なお、スライス回路26から出力される復調された被変調データが遅延しているのは、積算器14の1次遅延のためである。

【0044】以上のように、被変調データを差動符号化して上述のようなHWM変調した場合に、被変調データの同期検波が可能となる。光ディスク1では、以上のようにHWM変調したアドレス情報をウォブル信号に含めている。このようにアドレス情報をHWM変調してウォブル信号に含めることによって、周波数成分限定することができ、高周波成分を少なくすることができる。そのため、ウォブル信号の復調出力のS/Nを向上させることができ、正確なアドレス検出を行うことが可能となる。また、変調回路も、キャリア信号の発生回路と、その高調波成分の発生回路、これらの出力信号の加算回路で構成することができ、非常に簡単となる。また、ウォブル信号の高周波成分が少なくなるため、光ディスク成型時のカッティングも容易になる。

【0045】さらに、このHWM変調されたアドレス情報は、モノトーンウォブル内に挿入されるので、隣接トラックに与えるクロストークを少なくすることができ、S/Nを向上させることができる。また、本光ディスク1では、HWM変調をしたデータを同期検波して復調することができるので、ウォブル信号の復調を正確且つ簡易に行うことが可能となる。

【0046】1-4. まとめ

以上のように、本実施の形態の光ディスク1では、ウォブル信号に対するアドレス情報の変調方式として、MSK変調方式とHWM変調方式とを採用している。そして、本光ディスク1では、MSK変調方式で用いられる一方の周波数と、HWM変調で用いられるキャリア周波数とを同一の周波数の正弦波信号($\cos(\omega t)$)としている。また、さらに、ウォブル信号内に、なんらデータが変調されていない上記のキャリア信号($\cos(\omega t)$)のみが含まれているモノトーンウォブルを、各変調信号の間に設けている。

【0047】以上のような本例の光ディスク1では、MSK変調で用いられる周波数の信号と、HWM変調で用いられる高調波信号とは互いに干渉をしない関係にあるので、それぞれの検出の際に相手の変調成分に影響されない。そのため、2つの変調方式で記録されたそれぞれのアドレス情報を、確実に検出することが可能となる。従って、光ディスクの記録再生時におけるトラック位置の制御等の精度を向上させることができる。また、MSK変調で記録するアドレス情報とHWM変調で記録するアドレス情報とを同一のデータ内容とすれば、より確実にアドレス情報を検出することが可能となる。

【0048】また本例の光ディスク1では、MSK変調

方式で用いられる一方の周波数と、HWM変調で用いられるキャリア周波数とを同一の周波数の正弦波信号($\cos(\omega t)$)とし、さらに、MSK変調とHWM変調とをウォブル信号内の異なる部分に行っているため、変調時には、例えば、MSK変調した後のウォブル信号に対して、HWM変調するウォブル位置を高調波信号を加算すればよく、非常に簡単に2つの変調を行うことが可能となる。また、MSK変調とHWM変調とをウォブル信号内の異なる部分に行い、さらに、両者の間に少なくとも1周期のモノトーンウォブルを含めることによって、より正確にディスク製造をすることができ、また、確実にアドレスの復調を行うことができる。

【0049】2. DVRへの適用例

2-1. DVRディスクの物理特性

次に、いわゆるDVR(Data & Video Recording)と呼ばれる高密度光ディスクに対する上記のアドレスフォーマットの適用例について説明する。

【0050】まず、本アドレスフォーマットが適用されるDVRディスクの物理パラメータの一例について説明する。なお、この物理パラメータは一例であり、以下説明を行うウォブルフォーマットを他の物理特性の光ディスクに適用することも可能である。

【0051】本例のDVRディスクとされる光ディスクは、相変方式でデータの記録を行う光ディスクであり、ディスクサイズとしては、直径が120mmとされる。また、ディスク厚は1.2mmとなる。即ちこれらの点では外形的に見ればCD(Compact Disc)方式のディスクや、DVD(Digital Versatile Disc)方式のディスクと同様となる。

【0052】記録/再生のためのレーザ波長は405nmとされ、いわゆる青色レーザが用いられるものとなる。光学系のNAは0.85とされる。相変マーク(フェイズチェンジャー)が記録されるトラックのトラックピッチは0.32μm、線径0.12μmとされる。そして64KBの0000ブロックを1つの記録再生単位として、フォーマット効率を約82%としており、直径12cmのディスクにおいて、ユーザーデータ容量として23.3GBを実現している。上述のようにデータ記録はグループ記録方式である。

【0053】図13は、ディスク全体のレイアウト(領域構成)を示す。ディスク上の領域としては、内周側からリードインゾーン、データゾーン、リードアウトゾーンが配される。また、記録・再生に関する領域構成として、リードインゾーンの内周側がPゾーン(再生専用領域)、リードインゾーンの外周側からリードアウトゾーンまでがRWゾーン(記録再生領域)とされる。

【0054】リードインゾーンは、半径24mmより内側に位置する。そして半径21-22.2mmがBCA(Burst Cutting Area)とされる。このBCAはディス

ク記録媒体固有のユニークIDを、記録層を焼き切る記録方式で記録したものである。つまり記録マークを同心円状に並べるように形成していくことで、バーコード状の記録データを形成する。半径22.2~23.1mmがプリレコードデッドデータゾーンとされる。プリレコードデッドデータゾーンは、あらかじめ、記録再生パワー条件等のディスク情報や、コピープロテクションにつかう情報等(プリレコードデッド情報)を、ディスク上にスパイラル状に形成されたグルーブをウォブリグすることによって記録してある。これらは書き換え不能な再生専用の情報であり、つまりBCAとプリレコードデッドデータゾーンが上記PBゾーン(再生専用領域)となる。

【0055】プリレコードデッドデータゾーンにおいてプリレコードデッド情報として例えばコピープロテクション情報が含まれるが、このコピープロテクション情報を用いて、例えば次のようなことが行われる。本例にかかる光ディスクシステムでは、登録されたドライブ装置メーカー、ディスクメーカーがビジネスを行うことができ、その登録されたことを示す、メディアキー、あるいは、ドライブキーを有している。ハックされた場合、そのドライブキーあるいはメディアキーがコピープロテクション情報として記録される。このメディアキー、ドライブキーを有した、メディアあるいはドライブは、この情報により、記録再生をすることができなくなることができる。

【0056】リードインゾーンにおいて半径23.1~24mmにはテストライトエリアOPC及びディフエクトマネジメントエリアDMAが設けられる。テストライトエリアOPCは記録/再生時のレーザーパワー等、フェーズチェンジマークの記録再生条件を設定する際の試し書きなどにつかわれる。ディフエクトマネジメントエリアDMAはディスク上のディフエクト情報を管理する情報を記録再生する。

【0057】半径24.0~58.0mmがデータゾーンとされる。データゾーンは、実際にユーザーデータがフェーズチェンジマークにより記録再生される領域である。半径58.0~58.5mmはリードアウトゾーンとされる。リードアウトゾーンは、リードインゾーンと同様のディフエクトマネジメントエリアが設けられたり、また、シークの際、オーバーランしてもよいようにパッファエリアとしてつかわれる。なお後述するが、記録再生の終了領域としての意味でのリードアウトは、複数層ディスクの場合は内周側となることもある。半径23.1mm、つまりテストライトエリアから、リードアウトゾーンまでが、フェーズチェンジマークが記録再生されるRWゾーン(記録再生領域)とされる。

【0058】図14にRWゾーンとPBゾーンにおけるトラックの様子を示す。図14(a)はRWゾーンにおけるグルーブのウォブリグを、図14(b)はPBゾーンのプリレコードデッドデータゾーンにおけるグルーブのウォブリグを、それぞれ示している。

【0059】RWゾーンでは、あらかじめアドレス情報(ADIP)を、ウォブリグを行うために、ディスク上にスパイラル状に形成されたグルーブをウォブリグすることによって、形成してある。アドレス情報を形成したグルーブには、フェーズチェンジマークにより情報を記録再生する。図14(a)に示すように、RWゾーンにおけるグルーブ、つまりADIPアドレス情報を形成したグルーブトラックは、トラックピッチ $T=0.32\mu\text{m}$ とされている。このトラック上にはフェーズチェンジマークによるレコーディングマークが記録されるが、フェーズチェンジマークはRL(1,7)PP変調方式(RLL:Run Length Limited, PP:Parity preserve/Prohibit rptr(repeated minimum transition runlength))等により、線密度 $0.12\mu\text{m/bit}$ 、 $0.08\mu\text{m/ch bit}$ で記録される。1chビットを1Tとすると、マーク長は2Tから8Tで最短マーク長は2Tである。アドレス情報は、ウォブリグ周期を69Tとし、ウォブリグ振幅WAはおおよそ20nm(pp)である。

【0060】アドレス情報と、フェーズチェンジマークは、その周波数帯域が重ならないようにしており、これによってそれぞれの検出に影響を与えないようにしてある。アドレス情報のウォブリグのCNR(carrier noise ratio)はバンド幅30KHzのとき、記録後30dBであり、アドレスエラーレートは節節(ディスクのスキュー、デフォーカス、外乱等)による影響を含めて 1×10^{-3} 以下である。

【0061】一方、図14(b)のPBゾーンにおけるグルーブによるトラックは、上記図14(a)のRWゾーンのグルーブによるトラックより、トラックピッチが広く、ウォブリグ振幅が大きいものとされている。即ちトラックピッチ $T=0.35\mu\text{m}$ であり、ウォブリグ周期は36T、ウォブリグ振幅WAはおおよそ40nm(pp)とされている。ウォブリグ周期が36Tとされることはプリレコードデッド情報の記録線密度はADIP情報の記録線密度より高くなっていることを意味する。また、フェーズチェンジマークは最短2Tであるから、プリレコードデッド情報の記録線密度はフェーズチェンジマークの記録線密度より低い。

【0062】このPBゾーンのトラックにはフェーズチェンジマークを記録しない。ウォブリグ波形は、RWゾーンでは正弦波状に形成するが、PBゾーンでは、正弦波状かあるいは矩形波状で記録することができる。

【0063】フェーズチェンジマークは、バンド幅30KHzのときCNR50dB程度の信号品質であれば、データにECC(エラー訂正コード)をつけて記録再生することで、エラー訂正後のシンボルエラーレートを 1×10^{-10} 以下を達成でき、データの記録再生として使えることが知られている。ADIPアドレス情報についてのウォブリグのCNRはバンド幅30KHzのとき、フェーズチェンジマークの未記録状態で35dBである。

アドレス情報としては、いわゆる連続性判別に基づく内挿保護を行うことなどによりこの程度の信号品質で十分であるが、PBゾーンに記録するプリレコード情報については、フェイズチェンジャークと同等のCNR 50 dB以上の信号品質は確保したい。このため、図14 (b)に示したようにPBゾーンでは、RWゾーンにおけるグループとは物理的に異なるグループを形成するものである。

【0064】まず、トラックピッチを広くすることにより、となりのトラックからのクロストークをおさえることができ、ウォブル振幅を2倍にすることにより、CNRを+6 dB改善できる。さらにウォブル波形として矩形波をつかうことによって、CNRを+2 dB改善できる。あわせてCNRは43dBである。フェーズチェンジャークとプリレコードデータゾーンのウォブルの記録領域の違いは、ウォブル18 T (18 Tは36 Tの半分)；フェイズチェンジャーク2 Tで、この点で9.5 dB得られる。従ってプリレコード情報としてのCNRは52.5 dB相当であり、となりのトラックからのクロストークとして-2 dBを見積もっても、CNR 50.5 dB相当である。つまり、ほぼフェーズチェンジャークと同程度の信号品質となり、ウォブリグ信号をプリレコード情報の記録再生に用いることが十分に適切となる。

【0065】図15に、プリレコードデータゾーンにおけるウォブリググループを形成するための、プリレコード情報の変調方法を示す。変調はFMコードをつかう。図15 (a)にデータビット、図15 (b)にチャンネルクロック、図15 (c)にFMコード、図15 (d)にウォブル波形を縦に並べて示している。データの1bitは2 ch (2チャンネルクロック)であり、ビット情報が「1」のとき、FMコードはチャンネルクロックの1.2の周波数とされる。またビット情報が「0」のとき、FMコードはビット情報「1」の1/2の周波数であらわされる。ウォブル波形としては、FMコードを矩形波を直接記録することもあるが、図15 (d)に示すように正弦波状の波形で記録することもある。

【0066】なお、FMコード及びウォブル波形は図15 (c) (d)とは逆相性のパターンとして、図15 (e) (f)に示すパターンとしても良い。

【0067】上記のようなFMコード変調のルールにおいて、図15 (g)のようにデータビットストリームが「10110010」とされているときのFMコード波形、およびウォブル波形 (正弦波状波形) は図15 (h) (i)に示すようになる。なお、図15 (e) (f)に示すパターンに対応した場合は、図15 (j) (k)に示すようになる。

【0068】2-2. データのECCフォーマット

【0069】図16、図17、図18により、フェイズ

チェンジャーク及びプリレコード情報についてのECCフォーマットを説明する。まず図16には、フェーズチェンジャークで記録再生するメインデータ (ユーザーデータ) についてのECCフォーマットを示している。

【0070】ECC (エラー訂正コード) としては、メインデータ64 KB (=1セクターの2048バイト×32セクター) に対するLDC (long distance code) と、BIS (Burst indicator subcode) の2つがある。

【0071】図16 (a)に示すメインデータ64 KBについては、図16 (b)のようにECCエンコードされる。即ちメインデータは1セクター2048 Bについて4 BのEDC (error detection code) を付加し、32セクタに対し、LDCを符号化する。LDCはRS (248, 216, 33)、符号長248 B、データ216 B、ディスタンス33のRS (reed solomon) コードである。304の符号語がある。

【0072】一方、BISは、図16 (c)に示す720 Bのデータに対して、図16 (d)のようにECCエンコードされる。即ちRS (62, 30, 33)、符号長62 B、データ30 B、ディスタンス33のRS (reed solomon) コードである。24の符号語がある。

【0073】図18 (a)にRWゾーンにおけるメインデータについてのフレーム構造を示している。上記LDCのデータと、BISは図示するフレーム構造を構成する。即ち1フレームにつき、データ (38 B)、BIS (1 B)、データ (38 B)、BIS (1 B)、データ (38 B) が配されて155 Bの構造となる。つまり1フレームは38 B×4の152 Bのデータと、38 BごととBISが1 B挿入されて構成される。フレームシンクFS (フレーム同期信号) は、1フレーム155 Bの先頭に配される。1つのブロックには496 Bのフレームがある。LDCデータは、0, 2, ..., の偶数番目の符号語が、0, 2, ..., の偶数番目のフレームに位置し、1, 3, ..., の奇数番目の符号語が、1, 3, ..., の奇数番目のフレームに位置する。

【0074】BISはLDCの符号より訂正能力が非常に優れた符号をもちいており、ほぼ、すべて訂正される。つまり符号長62に対してディスタンスが33という符号を用いている。このため、エラーが検出されたBISのシンボルは次のように使うことができる。ECCのデコードの際、BISを先にデコードする。図18

(a)のフレーム構造において隣接したBISあるいはフレームシンクFSの2つがエラーの場合、両者のあいだには含まれたデータ38 Bはバーストエラーとみなされる。このデータ38 Bにはそれぞれエラーポインタが付加される。LDCではこのエラーポインタをつかって、ポインティングレーザ訂正をおこなう。これによりLDCだけの訂正より、訂正能力を上げることができる。BISにはアドレス情報等が含まれている。このア

ドレスは、ROMタイプディスク等で、ウォプリンググループによるアドレス情報がない場合等につかわれる。

【0075】次に図17にプリレコード情報についてのECCフォーマットを示す。この場合ECCには、メインデータ4KB（1セクタ2048B×2セクタ）に対するLDC（long distance code）とBIS（Burst indicator subcode）の2つがある。

【0076】図17（a）に示すプリレコード情報としてのデータ4KBについては、図17（b）のようにECCエンコードされる。即ちメインデータは1セクタ2048Bについて4BのEDC（error detection code）を付加し、2セクタに対し、LDCを符号化する。LDCはRS（248,216,33）、符号長248、データ216、ディスタンス33のRS（reed solomon）コードである。19の符号語がある。

【0077】一方、BISは、図17（c）に示す120Bのデータに対して、図17（d）のようにECCエンコードされる。即ちRS（62,30,33）、符号長62、データ30、ディスタンス33のRS（reed solomon）コードである。4つの符号語がある。

【0078】図18（b）にPBゾーンにおけるプリレコード情報についてのフレーム構造を示している。上記LDCのデータと、BISは図示するフレーム構造を構成する。即ち1フレームにつき、フレームシンクFS（1B）、データ（10B）、BIS（1B）、データ（9B）が配されて21Bの構造となる。つまり1フレームは19Bのデータと、BISが1B挿入されて構成される。フレームシンクFS（フレーム同期信号）は、1フレームの先頭に配される。1つのブロックには248のフレームがある。

【0079】この場合もBISはLDCの符号より訂正能力が非常に優れた符号をもちいており、ほぼ、すべて訂正される。このため、エラーが検出されたBISのシンボルは次のように使うことができる。ECCのデコードの際、BISを先にデコードする。隣接したBISあるいはフレームシンクFSの2つがエラーの場合、両者のあいだにはさまれたデータ10B、あるいは9Bはベースエラーとみなされる。このデータ10B、あるいは9Bにはそれぞれエラーポインタが付加される。LDCではこのエラーポインタをつかって、ポインターイレージャ訂正をおこなう。これによりLDCだけの訂正より、訂正能力をあげることができる。

【0080】BISにはアドレス情報等が含まれている。プリレコードデータゾーンではプリレコード情報がウォプリンググループによって記録され、従ってウォプリンググループによるアドレス情報は無いため、このBISにあるアドレスがアクセスのために使われる。

【0081】図16、図17からわかるように、フェイズチェンジャークによるデータとプリレコード情報

は、ECCフォーマットとしては、同一の符号及び構造が採用される。これは、プリレコード情報のECCデコード処理は、フェイズチェンジャークによるデータ再生時のECCデコード処理を行う回路系で実行でき、ディスクドライブ装置としてはハードウェア構成の効率化を図ることができることを意味する。

【0082】2-3. アドレスフォーマット
2-3-1. 記録再生データとアドレスの関係
本例のDVRディスクの記録再生単位は、上記図18に示した156シンボル×496フレームのECCブロックの前後に1フレームのPLL等のためのリンクエリアを付加して生成された合計498フレームの記録再生クラスタとなる。この記録再生クラスタを、RUB（Recording Unit Block）と呼ぶ。そして本例のディスク1のアドレスフォーマットでは、図19（A）に示すように、1つのRUB（498フレーム）を、ウォブルとして記録された3つのアドレスユニット（ADIP₁, ADIP₂, ADIP₃）により管理する。すなわち、この3つのアドレスユニットに対して、1つのRUBを記録する。

【0083】このアドレスフォーマットでは、1つのアドレスユニットを、8ビットのシンクパートと75ビットのデータパートとの合計83ビットで構成する。本アドレスフォーマットでは、プリグループに記録するウォブル信号の基準キャリア信号を、コサイン信号（Cos（ωt））とし、ウォブル信号の1ビットを、図19（B）に示すように、この基準キャリア信号の56周期分で構成する。従って、基準キャリア信号の1周期（1ウォブル周期）の長さ、相変換の1チャネル長の69倍となる。1ビットを構成する基準キャリア信号の56周期分を、以下、ビットブロックと呼ぶ。

【0084】2-3-2. シンクパート
図20に、アドレスユニット内のシンクパートのビット構成を示す。シンクパートは、アドレスユニットの先頭を識別するための部分であり、第1から第4の4つのシンクブロック（sync block “1”, sync block “2”, sync block “3”, sync block “4”）から構成される。各シンクブロックは、モノトーンビットと、シンクビットとの2つのビットブロックから構成される。

【0085】モノトーンビットの信号波形は、図21（A）に示すように、56ウォブルから構成されるビットブロックの1～3ウォブル目がビット同期マーク目になっており、ビット同期マーク目以後の4～56ウォブル目までがモノトーンウォブル（基準キャリア信号（Cos（ωt））の信号波形）となっている。

【0086】ビット同期マーク目は、ビットブロックの先頭を識別するための所定の符号パターン（被変調データをMSK変調して生成した信号波形である。すなわち、このビット同期マーク目は、所定の符号パターンの被変調データを差動符号化し、その差動符号化データの

符号に応じて周波数を割り当てて生成した信号波形である。なお、被変調データの最小符号長は、ウォブル周期の2周期分である。本例では、1ビット分(2ウォブル周期分)“1”とされた被変調データをMSK変調して得られる信号波形が、ビット同期マークWとして記録されている。つまり、このビット同期マークWは、ウォブル周期単位で、“ $\text{Cos}(1.5\omega t)$ 、 $-\text{Cos}(\omega t)$ 、 $-\text{Cos}(1.5\omega t)$ ”と連続する信号波形となる。

【0087】従って、モノトーンビットは、図21(B)に示すように、“10000...00”というような被変調データ(符号長が2ウォブル周期)を生成し、これをMSK変調すれば生成することができる。

【0088】なお、このビット同期マークWは、シンクパートのモノトーンビットのみならず、以下に説明する全てのビットブロックの先頭に挿入されている。従って、記録再生時において、このビット同期マークWを検出して同期をかけることにより、ウォブル信号内のビットブロックの同期(すなわち、56ウォブル周期の同期)を取ることができる。また、さらに、このビット同期マークWは、以下に説明する各種変調信号のビットブロック内の挿入位置を特定するための基準とすることができる。

【0089】第1のシンクブロックのシンクビット(sync“0”bit)の信号波形は、図22(A)に示すように、56ウォブルから構成されるビットブロックの173ウォブル目がビット同期マークWとなっており、17~19ウォブル目及び27~29ウォブル目がMSK変調マークWとなっており、残りのウォブルの波形が全てモノトーンウォブルとなっている。

【0090】第2のシンクブロックのシンクビット(sync“1”bit)の信号波形は、図23(A)に示すように、56ウォブルから構成されるビットブロックの1~3ウォブル目がビット同期マークWとなっており、19~21ウォブル目及び29~31ウォブル目がMSK変調マークWとなっており、残りのウォブルの波形が全てモノトーンウォブルとなっている。

【0091】第3のシンクブロックのシンクビット(sync“2”bit)の信号波形は、図24(A)に示すように、56ウォブルから構成されるビットブロックの1~3ウォブル目がビット同期マークWとなっており、21~23ウォブル目及び31~33ウォブル目がMSK変調マークWとなっており、残りのウォブルの波形が全てモノトーンウォブルとなっている。

【0092】第4のシンクブロックのシンクビット(sync“3”bit)の信号波形は、図25(A)に示すように、56ウォブルから構成されるビットブロックの1~3ウォブル目がビット同期マークWとなっており、23~25ウォブル目及び33~35ウォブル目がMSK変調マークWとなっており、残りのウォブルの波形が全てモノ

トーンウォブルとなっている。

【0093】MSK同期マークは、ビット同期マークWと同様に、所定の符号パターンの被変調データをMSK変調して生成した信号波形である。すなわち、このMSK同期マークは、所定の符号パターンの被変調データを差動符号化し、その差動符号化データの符号に応じて周波数を割り当てて生成した信号波形である。なお、被変調データの最小符号長は、ウォブル周期の2周期分である。本例では、1ビット分(2ウォブル周期分)

10 “1”とされた被変調データをMSK変調して得られる信号波形が、MSK同期マークとして記録されている。つまり、このMSK同期マークは、ウォブル周期単位で、“ $\text{Cos}(1.5\omega t)$ 、 $-\text{Cos}(\omega t)$ 、 $-\text{Cos}(1.5\omega t)$ ”と連続する信号波形となる。

【0094】従って、第1のシンクブロックのシンクビット(sync“0”bit)は、図22(B)に示すようなデータストリーム(符号長が2ウォブル周期)を生成し、これをMSK変調すれば生成することができる。同様に、第2のシンクブロックのシンクビット(sync“1”bit)は図23(B)に示すようなデータストリーム、第3のシンクブロックのシンクビット(sync“2”bit)は図24(B)に示すようなデータストリーム、第4のシンクブロックのシンクビット(sync“3”bit)は図25(B)に示すようなデータストリームをそれぞれ生成し、これらをMSK変調すれば生成することができる。

【0095】なお、シンクビットは、2つのMSK変調マークWのビットブロックに対する挿入パターンが、他のビットブロックのMSK変調マークWの挿入パターンとユニークとされている。そのため、記録再生時には、ウォブル信号をMSK復調して、ビットブロック内におけるMSK変調マークWの挿入パターンを判断し、4つのシンクビットのうち少なくとも1つのシンクビットを識別することにより、アドレスユニットの同期を取ることができ、以下に説明するデータパートの復調及び復号を行うことができる。

【0096】2-3-3. データパート
図26に、アドレスユニット内のデータパートのビット構成を示す。データパートは、アドレス情報の変データが格納されている部分であり、第1から第15の15つのADIPブロック(ADIP block“1”~ADIP block“15”)から構成される。各ADIPブロックは、1つのモノトーンビットと4つのADIPビットとから構成される。モノトーンビットの信号波形は、図21に示したものと同様である。ADIPビットは、実データの1ビットを表しており、その符号内容で信号波形が変わる。

【0097】ADIPビットが表す符号内容が“1”である場合には、図27(A)に示すように、56ウォブルから構成されるビットブロックの1~3ウォブル目がビット同期マークWとなり、13~15ウォブル目がMSK変調マークWとなり、19~56ウォブル目が基準

キャリア信号 ($\cos(\omega t)$) に $\sin(2\omega t)$ が加算された $\text{HMW} "1"$ の変調波となり、残りのウォブルの波形が全てモノトーンウォブルとなっている。すなわち、符号内容が "1" を表す ADIP ビットは、図 27 (B) に示すように "100000100...00" というような被変調データ (符号長が 2 ウォブル周期) を生成してこれを MSK 変調するとともに、図 27 (C) に示すように MSK 変調した後の信号波形の 19 ~ 55 ウォブル目に振幅が -1.2 dB の $\sin(2\omega t)$ を加算すれば、生成することができる。

【0098】 ADIP ビットを表す符号内容が "0" である場合には、図 28 (A) に示すように、56 ウォブルから構成されるビットブロックの 1 ~ 3 ウォブル目がビット同期マーク BW となり、15 ~ 17 ウォブル目が MSK 変調マーク WV となり、19 ~ 55 ウォブル目が基準キャリア信号 ($\cos(\omega t)$) に $\sin(2\omega t)$ が加算された $\text{HMW} "0"$ の変調波となり、残りのウォブルの波形が全てモノトーンウォブルとなっている。すなわち、符号内容が "0" を表す ADIP ビットは、図 28 (B) に示すように "100000010...00" というような被変調データ (符号長が 2 ウォブル周期) を生成してこれを MSK 変調するとともに、図 28 (C) に示すように MSK 変調した後の信号波形の 19 ~ 55 ウォブル目に振幅が -1.2 dB の $\sin(2\omega t)$ を加算すれば、生成することができる。

【0099】 以上のように ADIP ビットは、MSK 変調マーク WV の挿入位置に応じて、そのビット内容が区別されている。つまり、13 ~ 15 ウォブル目に MSK 変調マーク WV が挿入されていればビット "1" を表し、15 ~ 17 ウォブル目に MSK 変調マーク WV が挿入されていればビット "0" を表している。また、さらに ADIP ビットは、MSK 変調マーク WV の挿入位置で表したビット内容と同一のビット内容を、HMW 変調で表している。従って、この ADIP ビットは、異なる 2 つの変調方式で同一のビット内容を表すこととなるので、確実にデータのデコードを行うことができる。

【0100】 以上のようなシンクパートとデータパートを合成したアドレスユニットのフォーマットを図 29 に示す。本例の光ディスク 1 のアドレスフォーマットは、この図 29 に示すように、ビット同期マーク BW と、MSK 変調マーク WV と、HMW 変調部とが、1 つのアドレスユニット内に離散的に配置されている。そして、各変調信号部分の間は、少なくとも 1 ウォブル周期以上のモノトーンウォブルが配置されている。従って、各変調信号間の干渉がなく、確実にそれぞれの信号を復調することができる。

【0101】 2-3-4. アドレス情報の内容
以上のように記録される ADIP 情報としてのアドレスフォーマットは図 30 のようになる。ADIP アドレス情報は 36 ビットあり、これに対してパリティ 24 ビッ

トが付加される。36 ビットの ADIP アドレス情報は、多層記録用レイヤナンバ 3 ビット (layer no. bit 0 ~ layer no. bit 2)、RUB (recording unit block) 用に 19 ビット (RUB no. bit 0 ~ layer no. bit 18)、1 RUB に対する 3 つのアドレスブロック用に 24 ビット (address no. bit 0, address no. bit 1) とされる。また、記録再生レザバワー等の記録条件を記録した disc ID 等、AUX データとして 12 ビットが用意されている。

【0102】 アドレスデータとしての ECC 単位は、このように合計 60 ビットの単位とされ、図示するように $\text{Kibb1e0} \sim \text{Kibb1e14}$ の 15 ニブル (1 ニブル = 4 ビット) で構成される。エラー訂正方式としては 4 ビットを 1 シンボルとした、 nb1e1e 変調のリードソロモン符号 RS (15, 9, 7) である。つまり、符号長 15 ニブル、データ 9 ニブル、パリティ 6 ニブルである。

【0103】 2-4. アドレス復調回路
次に、上述したアドレスフォーマットの DVR ディスクからアドレス情報を復調するアドレス復調回路について説明をする。図 31 に、アドレス復調回路のブロック構成図を示す。アドレス復調回路 30 は、図 31 に示すように、PLL 回路 31 と、MS 用タイミグジェネレータ 32 と、MSK 用乗算器 33 と、MSK 用積算器 34 と、MSK 用サンプル/ホールド回路 35 と、MSK 用スライス回路 36 と、Sync デコーダ 37 と、MSK アドレスデコーダ 38 と、HMW 用タイミグジェネレータ 42 と、HMW 用乗算器 43 と、HMW 用積算器 44 と、HMW 用サンプル/ホールド回路 45 と、HMW 用スライス回路 46 と、HMW アドレスデコーダ 47 とを備えている。

【0104】 PLL 回路 31 には、DVR ディスクから再生されたウォブル信号が入力される。PLL 回路 31 は、入力されたウォブル信号からエッジ成分を検出して、基準キャリア信号 ($\cos(\omega t)$) に同期したウォブルクロックを生成する。生成されたウォブルクロックは、MSK 用タイミグジェネレータ 32 及び HMW 用タイミグジェネレータ 42 に供給される。

【0105】 MSK 用タイミグジェネレータ 32 は、入力されたウォブル信号に同期した基準キャリア信号 ($\cos(\omega t)$) を生成する。また、MSK 用タイミグジェネレータ 32 は、ウォブルクロックから、クリア信号 (CLR) 及びホールド信号 (HOLD) を生成する。クリア信号 (CLR) は、ウォブル周期の 2 周期が最小符号長となる被変調データのデータクロックの開始エッジから、1/2 ウォブル周期遅延したタイミグで発生される信号である。また、ホールド信号 (HOLD) は、被変調データのデータクロックの終了エッジから、1/2 ウォブル周期遅延したタイミグで発生される信号である。MSK 用タイミグジェネレータ 32 により生成された基準キャリア信号 ($\cos(\omega t)$) は、MSK 用乗算器 33 に供給される。生成されたクリア信号 (CLR) は、

MSK用復算器34に供給される。生成されたホールド信号(HOLD)は、MSK用サンプル/ホールド回路35に供給される。

【0106】MSK用乗算器33は、入力されたウォブル信号と、基準キャリア信号($\cos(\omega t)$)とを乗算して、同期検波処理を行う。同期検波された出力信号は、MSK用復算器34に供給される。MSK用復算器34は、MSK用乗算器33により同期検波された信号に対して復算処理を行う。なお、このMSK用復算器34は、MSK用タイミングジェネレータ42により生成されたクリア信号(CLR)の発生タイミングで、その積算値を0にクリアする。

【0107】MSK用サンプル/ホールド回路35は、MSK用タイミングジェネレータ32により生成されたホールド信号(HOLD)の発生タイミングで、MSK用復算器34の積算出力値をサンプルして、次のホールド信号(HOLD)が発生するまで、サンプルした値をホールドする。MSK用スライス回路36は、MSK用サンプル/ホールド回路35によりホールドされている値を、原点(0)を閾値として2値化し、その値の符号を反転して出力する。そして、このMSK用スライス回路36からの出力信号が、MSK復調されたデータストリームとなる。

【0108】Syncデコーダ37は、MSKスライス回路36から出力された復調データのビットパターンから、シンクパート内のシンクビットを検出する。Syncデコーダ37は、検出されたシンクビットからアドレスユニットの同期を取る。Syncデコーダ37は、このアドレスユニットの同期タイミングに基づき、データパートのADIPビット内のMSK変調されているデータのウォブル位置を示すMSK検出ウィンドウと、データパートのADIPビット内のHMW変調されているデータのウォブル位置を示すHMW検出ウィンドウとを生成する。図32(A)に、シンクビットから検出されたアドレスユニットの同期位置タイミングを示し、図32(B)に、MSK検出ウィンドウのタイミングを示し、図32(C)に、HMW検出ウィンドウのタイミングを示す。

【0109】Syncデコーダ37は、MSK検出ウィンドウをMSKアドレスデコーダ38に供給し、HMW検出ウィンドウをHMW用タイミングジェネレータ42に供給する。

【0110】MSKアドレスデコーダ38は、MSKスライス回路36から出力された復調ストリームが入力され、MSK検出ウィンドウに基づき復調されたデータストリームのADIPビット内におけるMSK変調マークの挿入位置を検出し、そのADIPビットが表している符号内容を判断する。すなわち、ADIPビットのMSK変調マークの挿入パターンが図27に示すようなパターンである場合にはその符号内容を“1”と判断し、

ADIPビットのMSK変調マークの挿入パターンが図28に示すようなパターンである場合にはその符号内容を“0”と判断する。そして、その判断結果から得られたビット列を、MSKのアドレス情報として出力する。

【0111】HMW用タイミングジェネレータ42は、ウォブルクロックから、入力されたウォブル信号に同期した2次高調波信号($\sin(2\omega t)$)を生成する。また、HMW用タイミングジェネレータ42は、HMW検出ウィンドウから、クリア信号(CLR)及びホールド信号(HOLD)を生成する。クリア信号(CLR)は、HMW検出ウィンドウの開始エッジのタイミングで発生される信号である。また、ホールド信号(HOLD)は、HMW検出ウィンドウの終了エッジのタイミングで発生される信号である。HMW用タイミングジェネレータ42により生成された2次高調波信号($\sin(2\omega t)$)は、HMW用乗算器43に供給される。生成されたクリア信号(CLR)は、HMW用復算器44に供給される。生成されたホールド信号(HOLD)は、HMW用サンプル/ホールド回路45に供給される。

【0112】HMW用乗算器43は、入力されたウォブル信号と、2次高調波信号($\sin(2\omega t)$)とを乗算して、同期検波処理を行う。同期検波された出力信号は、HMW用復算器44に供給される。HMW用復算器44は、HMW用乗算器43により同期検波された信号に対して復算処理を行う。なお、このHMW用復算器44は、HMW用タイミングジェネレータ42により生成されたクリア信号(CLR)の発生タイミングで、その積算値を0にクリアする。

【0113】HMW用サンプル/ホールド回路45は、HMW用タイミングジェネレータ42により生成されたホールド信号(HOLD)の発生タイミングで、HMW用復算器44の積算出力値をサンプルして、次のホールド信号(HOLD)が発生するまで、サンプルした値をホールドする。すなわち、HMW変調されているデータは、1ビットブロック内に37ウォブル分であるので、図32

(D)に示すようにクリア信号(HOLD)がn=0(nはウォブル数を示すものとする。)で発生したとすると、HMW用サンプル/ホールド回路45は、図32(E)に示すようにn=36で積算値をサンプルする。

【0114】HMW用スライス回路46は、HMW用サンプル/ホールド回路45によりホールドされている値を、原点(0)を閾値として2値化し、その値の符号を出力する。そして、このHMW用スライス回路46からの出力信号が、復調されたデータストリームとなる。HMWアドレスデコーダ47は、復調されたデータストリームから、各ADIPビットが表している符号内容を判断する。そして、その判断結果から得られたビット列を、HMWのアドレス情報として出力する。

【0115】図33に、符号内容が“1”のADIPビットを、上記アドレス復調回路30でHMW復調した際

の各信号波形を示す。なお、図33の横軸(n)は、ウォール周期の同期番号を示している。図33(A)は、基準キャリア信号($\cos(\omega t)$)と、符号内容が“1”の被変調データと、この被変調データに応じて生成された2次高調波信号波形($\sin(2\omega t)$)、 $-1/2$ dB)を示している。図33(B)は、生成されたウォール信号を示している。図33(C)は、このウォール信号の同期検波出力信号($\text{HMW} \times \sin(2\omega t)$)と、同期検波出力信号の積算出力値、この積算出力値のホールド値、並びに、スライス回路26から出力される復調された被変調データを示している。

【0116】図34に、符号内容が“0”のADIPビットを、上記アドレス復調回路30でHMW復調した際の各信号波形を示す。なお、図34の横軸(n)は、ウォール周期の同期番号を示している。図34(A)は、基準キャリア信号($\cos(\omega t)$)と、符号内容が“1”の被変調データと、この被変調データに応じて生成された2次高調波信号波形($-\sin(2\omega t)$)、 $-1/2$ dB)を示している。図34(B)は、生成されたウォール信号を示している。図34(C)は、このウォール信号の同期検波出力信号($\text{HMW} \times \sin(2\omega t)$)と、同期検波出力信号の積算出力値、この積算出力値のホールド値、並びに、スライス回路26から出力される復調された被変調データを示している。

【0117】以上のようアドレス復調回路30では、MSK変調で記録されたアドレスユニットの同期情報を検出し、その検出タイミングに基づき、MSK復調及びHMW復調を行うことができる。

【0118】3. 1層/2層/n層ディスク

3-1. 層構造

以上のような本例のDVR光ディスク1としては、記録層が1層の1層ディスクと、記録層が2層、3層・・・の2層ディスク、3層ディスク・・・(これらをまとめて「複数層ディスク」或いは「n層ディスク」という。nは層数を意味する)としての種別がある。当然ながら、多数の記録層を設けることで、記録容量を大幅に拡大できる。そして本例では、複数層ディスクについて好適な構造として、各種層数の種別のディスクでの互換性、アクセス性、信頼性を得られるものを実現する。

【0119】図35(a)(b)(c)にそれぞれ1層ディスク、2層ディスク、n層ディスクの層構造を模式的に示している。なお図35(d)には各ディスクにおいて各記録層に与えられるレイヤアドレスを示している。ディスク厚は1.2mmであり、ポリカーボネートによる基板R上の厚みが約1.1mmとなる。ディスク1に対して記録再生を行うディスクドライブ装置からの光学ビームを一点線線で示しているが、この光学ビームは波長405nmの青色レーザであり、NAが0.85の対物レンズによって、図示するようにカバー層(サブストレート)CVL側から集光される。

【0120】図35(a)の1層ディスクの場合は、例えば1.1mmの厚みの基板Rの上に、フェーズチェンジ記録膜の記録層L0を形成し、その上に100μmのカバー層CVLを形成してある。記録再生時には、カバー層CVL側から光学ビームが記録層L0に集光される。記録層L0のレイヤアドレスは「0」である。

【0121】図35(b)の2層ディスクの場合は、例えば1.1mmの厚みの基板Rの上に、フェーズチェンジ記録膜の記録層L0を形成し、25μmの中間層MLをはさみ、第2のフェーズチェンジ記録膜の記録層L1を形成し、75μmのカバー層CVLを形成してある。記録再生時には、カバー層CVL側から光学ビームが記録層L0、及びL1に集光される。第1の記録層L0のレイヤアドレスは「0」、第2の記録層L1のレイヤアドレスは「1」である。各記録層に対しては、レイヤアドレス「0」「1」の順に記録再生されるものとなる。ここで、第1の記録層L0は、1層ディスクの場合と同じく、カバー層CVLの表面CVLsからは100μmの位置に形成してある。

【0122】図35(c)のn層ディスクの場合は、例えば1.1mmの厚みの基板Rの上に、フェーズチェンジ記録膜の記録層L0を形成し、25μmの中間層MLをはさみ、第2のフェーズチェンジ記録膜の記録層L1を形成する。さらに第3の記録層以降も、それぞれ25μmの中間層MLをはさみ、フェーズチェンジ記録膜の記録層として形成される。つまり第n層では、第n-1のフェーズチェンジ記録膜の記録層の上に、中間層MLをはさんで、フェーズチェンジ記録膜の記録層として形成される。カバー層CVLの厚みは、100-(n-1)×25μmとなる。記録再生時には、カバー層CVL側から光学ビームが記録層L0、L1・・・Lnに集光される。第1の記録層L0のレイヤアドレスは「0」、第2の記録層L1のレイヤアドレスは「1」・・・第nの記録層Lnのレイヤアドレスは「n-1」である。各記録層に対しては、レイヤアドレス「0」「1」・・・「n-1」の順に記録再生されるものとなる。ここで、第1の記録層L0は、1層ディスク、2層ディスクの場合と同じく、カバー層CVLの表面CVLsからは100μmの位置に形成してある。

【0123】このように、1層ディスク、2層ディスク、およびn層ディスクにおいて、第1のフェーズチェンジ記録膜の記録層L0を、カバー層CVLの表面CVLsからは100μmの位置に形成している。また複数層ディスクにおいて、第2～第nのフェーズチェンジ記録膜の記録層L1、L2・・・Ln(n-1)は、第1の記録層L0より、カバー層表面CVLs側に配置される。このため1層ディスク、2層ディスク、およびn層ディスクにおいて、第1の記録層L0はポリカーボネート基板R上に同様に形成することができ、製造工程の一部を共通化できると共に、1層ディスク、2層ディスク

ク、およびn層ディスクのそれぞれ第1の記録層L0は、同様の記録再生特性を得ることができる。

【0124】また複数層ディスクにおいて、第2の記録層以降(L1・・・L(n-1))を、第1の記録層L0より、カバー層の表面側に配置することにより、第2～第nの各記録層についてのカバー層表面CVLsまでの距離は逐次短くなる。つまり、カバー層の厚さが順次うくなる。これによりディスクと光学ビームのチルト(傾き)許容角度が広がる。従って、第2から第nの記録層の記録再生特性を、第1の記録層L0に比較し、ゆるめることができる。複数層ディスクとしてのディスク1の生産性を高め、コストダウンにつなげることができる。

【0125】複数層ディスクにおける第1から第nの各記録層に対して記録再生を行う際は、光学ビームを各記録層に集光するとともに、カバー層表面CVLsからの各記録層に対するカバー層CVLの厚さが異なるため、球面収差を各記録層に応じて補正し、記録再生するようにする。1層ディスク、2層ディスク、およびn層ディスクは、いずれも第1の記録層L0が、カバー層表面CVLsからは100μmの位置に形成されている。従って、ディスクドライブ装置にディスクが装填される前、或いは装填の際に光学ヘッドにおいて第1の記録層L0に合わせて球面収差補正を行っておくことにより、1層ディスク、2層ディスク、n層ディスクのいずれが装填された場合でも、レイアアドレス「0」の第1の記録層L0に光学ビームを良好に集光することができ、レイアアドレス「0」から記録再生することができる。これらの動作については、ディスクドライブ装置の処理として後述する。なお、各記録層の記録媒体はフェーズチェンジ膜としたが、上記の層構造及びそれによる効果は、光磁気記録膜等、他の記録再生ディスクとしても同様に適用できる。

【0126】3-2. ディスクレイアウト
次に、1層ディスク、2層ディスク、n層ディスクのディスクレイアウトを説明する。図36は1層ディスクのディスクレイアウトとして、ディスク半径方向のエリア構成を示している。なお、リードインゾーン、データゾーン、リードアウトゾーンの配置(半径位置)、及びPゾーン、RWゾーンの配置(半径位置)は図13で説明したとおりである。(図37、図38も同様)

【0127】図13にも示したが、リードインゾーンは、内周側からBCA、プリレコードデータゾーンPR、OPC/DMA (test write area及びDefect management area)とされる。BCAは、フェーズチェンジマークによる記録、あるいは、高出力のレーザーで、記録層を焼ききる記録方式により、半径方向にバーコード上の信号を記録する。これによりディスク1枚1枚にユニークなIDが記録される。そしてこのユニークIDにより、ディスク1へのコンテンツのコピーを管理する

ようにしている。上述もしたがプリレコードデータゾーンPRは、あらかじめ記録再生パワー条件等のディスク情報、コピープロテクションにつかう情報等を、ウォープリンググループによって記録してある。OPC/DMAのOPC (Test write area) は記録再生パワー等、フェーズチェンジマークの記録再生条件を設定するためにつかわれる。DMA (Defect management area) ではディフェクト情報を管理する情報を記録再生する。

【0128】データゾーンは、実際にユーザーデータを記録再生するエリアである。データゾーンには、パーソナルコンピュータユース等において、ディフェクト等により記録再生できない部分が存在した場合、記録再生できない部分(セクタ、クラスター)を交替する交替エリアとして、ユーザーデータを記録再生するデータエリアの前後にISA (Inner spare area)、OSA (outer spare area)を設定する。ビデオ記録再生等の、高転送レートのリアルタイム記録では、交替エリアを設定しない場合もある。

【0129】図示していないがリードアウトゾーンには、リードインゾーンと同様、DMAがあり、ディフェクト管理情報を記録再生する。またリードアウトゾーンは、シークの際、オーバランしてもよいようにバッファエリアとしてもつかわれる。

【0130】このような1層ディスクでは、アドレスのオーダーは、内周から外周の方向に記録されており、ディスクドライブ装置による記録再生は、内周から外周の方向に行なわれる。

【0131】図37に、2層ディスクのディスクレイアウトの例を示す。2層ディスクでは、第1の記録層L0は、上記図36の1層ディスクと同様のディスクレイアウトとなる。但し、リードアウトゾーンに相当する部分は、記録再生の終了部分として意味でのリードアウトとならないため、アウトゾーン0とされる。

【0132】2層ディスクにおいて第2の記録層L1は、外周から内周へ向かって、アウトゾーン1、データゾーン、リードアウトゾーンから構成される。この場合、リードアウトゾーンは半径24mmより内側に位置する。半径21～22.2mmにBCA(斜線部)、半径22.2～23.1mmにプリレコードデータゾーン、半径23.1～24mmにOPC/DMAが設けられる。そして半径24～55mmがデータゾーン、半径55～58.5mmがアウトゾーン1とされる。

【0133】この場合、第2の記録層L1には、BCAに相当するエリアが設けられているが、ユニークIDの記録は行われない。第1の記録層L0に、高出力のレーザーで、記録層を焼ききる記録方式により、半径方向にバーコード上の信号を記録した際、第1層L0のBCAと厚み方向に同じ位置にある、第2層L1のBCA(斜線部)にダメージがあり、第2層L1に、ユニークID等のBCA情報を新たに記録しても、信頼性のある

記録ができない可能性があるからである。また逆に言えば、第2層L1にはBCA記録を行わないことにより、第1層L0のBCAの信頼性を高めるものとなる。

【0134】一方、ブリーコードデータゾーンPRにおいては、管理情報の信頼性を高めるため、また、どの層においてもアクセス性を高めるため、第1層L0、第2層L1とも、同じ情報が記録される。

【0135】データゾーンには、第1層L0、第2層L1とも、1層ディスクの場合と同様に、ディフェクト等により記録再生できないエリア（セクタ、クラスタ）を交替する交替エリアとして、内周にISA0、ISA1、外周にOSA0、OSA1を設定する。ビデオ記録再生等の、高転送レートのリアルタイム記録では、交替エリアを設定しない場合もある。アクターゾーン1には、ディフェクトマネジメントエリアがあり、ディフェクト情報を管理する情報を記録再生する。内外周のDMAに記録するディフェクト管理情報は、すべての層を対象としての管理情報を記録するものとなる。また、アクターゾーンはシークの際、オーバーランしてもよいようにバッファエリアとしてつかわれる。

【0136】2層ディスクでは、第1の記録層L0のアドレスのオーダーは、内周から外周の方向に記録されており、記録再生は内周から外周の方向に行う。第2の記録層L1のアドレスのオーダーは、外周から内周の方向に記録されており、記録再生は内周から外周の方向に行う。第1の記録層L0は、内周から外周の方向に記録再生を行い、第2の記録層L1では、外周から内周の方向に記録再生を行うので、第1層L0の外周で記録再生がおわると、第2層L1の外周から継続して記録再生を行うことができる。つまり外周から内周へのフルシークを必要とせず、第1層L0から第2層L1へ連続して記録再生することができ、ビデオ記録再生等の、高転送レートのリアルタイム記録を長時間行うことができる。

【0137】図38に、n層ディスク（ここでは3層以上のディスク）のディスクレイアウトの例を示す。n層ディスクでは、第1の記録層L0は、1層ディスク、2層ディスクと同様のディスクレイアウトである。ただし、1層ディスクにおけるリードアウトゾーンに相当する部分はアクターゾーン0となる。第2の記録層L1は、2層ディスクの第2の記録層L1と同様のディスクレイアウトである。ただし、2層ディスクの第2の記録層L1における内周側となったリードアウトゾーンは、3層以上のディスクでは記録再生終了端ではないためインパーゾーン1となっている。

【0138】第nの記録層Ln-1は、第2の記録層L1と同様のディスクレイアウトである。第nの記録層Ln-1には、第2の記録層L1と同様の理由で、BCAに対する記録は行わない。またブリーコードデータゾーンPRについては、管理情報の信頼性を高めるため、また、どの層においてもアクセス性を高めるため、第1層

L0、第2層L1・・・第n層Ln-1とも同じ情報を記録してある。

【0139】データゾーンには、第1層L0、第2層L1・・・第n層Ln-1とも、1層ディスクと同様、ディフェクト等により記録再生できないエリア（セクタ、クラスタ）を交替する交替エリアとして、内周にISA0、ISA1・・・ISA(n-1)、外周にOSA0、OSA1・・・OSA(n-1)を設定する。ビデオ記録再生等の、高転送レートのリアルタイム記録では、交替エリアを設定しない場合もある。第n層におけるリードアウトゾーンには、DMAがあり、ディフェクト管理情報を記録再生する。内外周のDMAに記録するディフェクト管理情報は、すべての層を対象としての管理情報を記録するものとなる。第1から第nの記録層のそれぞれのDMAのいずれかにおいて、第1から第nの記録層のディフェクト管理情報を記録することにより、すべての層のディフェクト管理情報を一元的にあつかうことができる。また、例えば第1の記録層における内外周の各DMAを用いてディフェクトマネジメントを行い、その第1層のDMAでは記録再生できなかった場合には第2層のDMAにディフェクト管理情報を交替させていくことで、信頼性の高いディフェクト管理を行うことができる。

【0140】第n層の「n」が奇数である場合、第n層の内周側がインパーゾーンとなり、外周側がリードアウトゾーンとなる。その場合、第n層Ln-1のアドレスのオーダーは、内周から外周の方向に記録されており、記録再生は内周から外周の方向に行う。第n層の「n」が偶数である場合、第n層の内周側がリードアウトゾーンとなり、外周側がアクターゾーンとなる。その場合、第n層Ln-1のアドレスのオーダーは、外周から内周の方向に記録されており、記録再生は外周から内周の方向に行う。

【0141】このような記録再生の進行が行われることで、上述した2層ディスクの場合と同様、外周から内周へのフルシークを必要とせず、第1層L0内周→外周、第2層L1外周→内周、・・・第n層Ln-1内周→外周が奇数のとき、偶数のときは内周→外周（n奇数のとき、偶数のときは内周）と順次記録再生することができ、ビデオ記録再生等の、高転送レートのリアルタイム記録を長時間行うことができる。

【0142】図39にディスクの各記録層におけるグルーブトラックのスパイラル方向を示す。1層ディスクの場合は、グルーブトラックは、光学ビームの入射側（カバ層C/VL側）からみて、図39(a)のように反時計周りの方向に、内周から外周へスパイラル状に形成される。

【0143】2層ディスクの場合は、第1の記録層L0では、1層ディスクと同様、図39(a)のように反時計周りの方向に、内周から外周へスパイラル状に形成さ

れる。一方、第2の記録層L1では、グルーブトラックは、光学ビームの入射側（カバ層C.V.L側）からみて、図39（b）のように反時計周りの方向に、外周から内周へスパイラル状に形成される。

【0144】n層ディスクの場合、奇数番目の記録層（第1層L0、第3層L2・・・）では、1層ディスクと同様、図39（a）のように光学ビームの入射側からみて反時計周りの方向に、内周から外周へスパイラル状に形成される。一方、偶数番目の記録層（第2層L1、第4層L3・・・）では、グルーブトラックは、光学ビームの入射側からみて、図39（b）のように反時計周りの方向に、外周から内周へスパイラル状に形成される。

【0145】以上のようなグルーブトラック構造により、1層ディスク、2層ディスク、n層ディスクのすべてのフェーズチェンジ記録層の記録層は、反時計周りの方向にスパイラル状に記録されており、ディスク回転方向と同じにして記録再生できる。また2層ディスク、n層ディスクでも、ディスク回転方向をかえずに、第1層L0内周→L0外周→第2層L1外周→L1内周→・・・→第n層Ln-1内周（nが奇数のとき。偶数のときは外周）→Ln-1外周（nが奇数のとき。偶数のときは内周）と順次記録再生することができ、ビデオ記録再生等の、高転送レートのリアルタイム記録に好適である。

【0146】ところで、1つの記録層について考えると、トラックピッチ0.32μm、線密度0.12nm/bitの密度で、64KBのデータブロックを1つの記録再生単位として、フォーマット効率率を約82%としたとき、直線1cmのディスクに2.3 Gバイト程度の容量を記録再生できると先に述べた。このとき、データゾーンは、3.5 5803クラスタあることになる。そして図30に示したように、アドレスは、3ビットのレイヤアドレスと19ビットのレイヤー内アドレス（RUBアドレス）である。

【0147】1クラスタに2ビットのアドレスをおいたとき、奇数番目の記録層では、19ビットのレイヤー内アドレスは、データゾーンでは、半径24nmで020000h、半径58nmで17b444chとなる（「h」は16進表記を表す）。偶数番目の記録層では、奇数番目の記録層のアドレスの補数をとってつかう。19ビットのレイヤー内アドレスは、データゾーンでは、半径58nmで084bb3h、半径24nmで1df f f f hとなる。

【0148】つまり、奇数番目の記録層では、アドレスは内周から外周へカウントアップされ、偶数番目の記録層では、アドレスは外周から内周へカウントアップされる。偶数番目の記録層では、奇数番目の記録層のアドレスの補数をとってつかうことにより、レイヤー内アドレスは、1つの層のレイヤー内アドレスのビット数である。また奇数番目の記録層と、偶数番目の記録層

の、アドレスに対する半径の位置関係も示ることができ。

【0149】4. ディスクドライブ装置
4-1. 構成

次に、上記のような1層ディスク及び複数層ディスクとしてのディスク1に対応して記録/再生を行うことのできるディスクドライブ装置を説明していく。図40はディスクドライブ装置の構成を示す。

【0150】ディスク1は、図示しないターンテーブルに搭載され、記録/再生動作時においてスピンドルモータ52によって一定線速度（CLV）で回転駆動される。そして光学ピックアップ（光学ヘッド）51によってディスク1上のRWゾーンにおけるグルーブトラックのウォブリグとして埋め込まれたADIP情報の読み出しがおこなわれる。またPBゾーンにおけるグルーブトラックのウォブリグとして埋め込まれたブルーレコード情報の読み出しがおこなわれる。また記録時には光学ピックアップによってRWゾーンにおけるトラックにユーザーデータがフェイズチェンジマークとして記録され、再生時には光学ピックアップによって記録されたフェイズチェンジマークの読み出しが行われる。

【0151】ピックアップ51内には、レーザ光源となるレーザダイオードや、反射光を検出するためのフォトディテクタ、レーザ光の出力端となる対物レンズ、レーザ光を対物レンズを介してディスク記録面に照射し、またその反射光をフォトディテクタに導く光学系（図示せず）が形成される。レーザダイオードは、波長405nmのいわゆる青色レーザを出力する。また光学系によるNAは0.85である。

【0152】ピックアップ51内において対物レンズは二軸機構によってトラッキング方向及びフォーカス方向に移動可能に保持されている。またピックアップ51全体はスリッド機構53によりディスク半径方向に移動可能とされている。またピックアップ51におけるレーザダイオードはレーザドライブ63からのドライブ信号（ドライブ電流）によってレーザ発光駆動される。

【0153】なお、後述するがピックアップ51内にはレーザ光の球面収差を補正する機構が備えられており、システムコントロール60の制御によって球面収差補正が行われる。

【0154】ディスク1からの反射光情報はフォトディテクタによって検出され、受光光量に応じた電気信号とされてマトリクス回路54に供給される。マトリクス回路54には、フォトディテクタとしての複数の受光素子からの出力電流に対応して電流電圧変換回路、マトリクス演算/増幅回路等を備え、マトリクス演算処理により必要な信号を生成する。例えば再生データに相当する高周波信号（再生データ信号）、サーボ制御のためのフォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号などを生成する。さらに、グルーブのウォブリグに係る信号、即

ちウォブリングを検出する信号としてプッシュプル信号を生成する。

【0155】マトリクス回路54から出力される再生データ信号はリダ/ライタ回路55へ、フォーカスエラー信号及びトラッキングエラー信号はサーボ回路61へ、プッシュプル信号はウォブル回路58へ、それぞれ供給される。

【0156】リダ/ライタ回路55は、再生データ信号に対して2値化処理、PLLによる再生クロック生成処理等を行い、フェイズチェンジマークとして読み出されたデータを再生時、変復調回路56に供給する。変復調回路56は、再生時のデコードとしての機能部位と、記録時のエンコードとしての機能部位を備える。再生時にはデコード処理として、再生クロックに基づいてランレングスリミテッドコードの復調処理を行う。またECCエンコード/デコード57は、記録時にエラー訂正コードを付加するECCエンコード処理と、再生時にエラー訂正を行うECCデコード処理を行う。再生時には、変復調回路56で復調されたデータを内部メモリに取り込んで、エラー検出/訂正処理及びインターリーブ等の処理を行い、再生データを得る。ECCエンコード/デコード57では供給されたデータにデコードされたデータは、システムコントローラ60の指示に基づいて、読み出され、AV (Audio-Visual) システム120に転送される。

【0157】グループのウォブリングに係る信号としてマトリクス回路54から出力されるプッシュプル信号は、ウォブル回路58において処理される。ADIP情報としてのプッシュプル信号は、ウォブル回路58においてMSK復調、HMW復調され、ADIPアドレスを構成するデータストリームに復調されてアドレスデコード59に供給される。アドレスデコード59は、供給されるデータについてのデコードを行い、アドレス値を得て、システムコントローラ10に供給する。またアドレスデコード59はウォブル回路8から供給されるウォブル信号を用いたPLL処理でクロックを生成し、例えば記録時のエンコードクロックとして各部に供給する。このウォブル回路58及びアドレスデコード59は、例えば上記図31で示した構成となる。

【0158】また、グループのウォブリングに係る信号としてマトリクス回路54から出力されるプッシュプル信号として、PBゾーンからのプリレコード情報としてのプッシュプル信号は、ウォブル回路58においてバンドパスフィルタ処理が行われてリダ/ライタ回路55に供給される。そしてフェイズチェンジマークの場合と同様に2値化され、データビットストリームとされた後、ECCエンコード/デコード57でECCデコード、デインターリーブされて、プリレコード情報としてのデータが抽出される。抽出されたプリレコード情報はシステムコントローラ60に供給される。シス

テムコントローラ60は、読み出されたプリレコード情報に基づいて、各種設定処理やコピープロテクト処理等を行うことができる。

【0159】記録時には、AVシステム120から記録データが転送されてくるが、その記録データはECCエンコード/デコード57におけるメモリに送られてバッファリングされる。この場合ECCエンコード/デコード57は、バッファリングされた記録データのエンコード処理として、エラー訂正コード付加やインターリーブ、サブコード等の付加を行う。またECCエンコードされたデータは、変復調回路56においてRL (1-7) PP方式の変調が施され、リダ/ライタ回路55に供給される。記録時においてこれらのエンコード処理のための基準クロックとなるエンコードクロックは上述したようにウォブル信号から生成したクロックを用いる。

【0160】エンコード処理により生成された記録データは、リダ/ライタ回路55で記録補償処理として、記録層の特性、レーザー光のスポット形状、記録線速度等に対する最適記録パワーの微調整やレーザードライブパルス波形の調整などが行われた後、レーザードライブパルスとしてレーザードライブ63に送られる。レーザードライブ63では供給されたレーザードライブパルスをピックアップ51内のレーザーダイオードに与え、レーザー発光駆動を行う。これによりディスク1に記録データに応じたビット (フェイズチェンジマーク) が形成されることになる。

【0161】なお、レーザードライブ63は、いわゆるAPC回路 (Auto Power Control) を備え、ピックアップ51内に設けられたレーザーパワーのモニタ用ディテクタの出力によりレーザー出力パワーをモニターしながらレーザーの出力が恒度などにより一定するように制御する。記録時及び再生時のレーザー出力の目標値はシステムコントローラ60から与えられ、記録時及び再生時にはそれぞれレーザー出力レベルが、その目標値になるように制御する。

【0162】サーボ回路61は、マトリクス回路54からのフォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号から、フォーカス、トラッキング、スレッドの各種サーボドライブ信号を生成しサーボ動作を実行させる。即ちフォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号に応じてフォーカスドライブ信号、トラッキングドライブ信号を生成し、ピックアップ51内の二軸機構のフォーカスコイル、トラッキングコイルを駆動することになる。これによってピックアップ51、マトリクス回路54、サーボ回路61、二軸機構によるトラッキングサーボループ及びフォーカスサーボループが形成される。

【0163】またサーボ回路61は、システムコントローラ60からのトラッキングジャンプ指令に応じて、トラッキングサーボループをオフとし、ジャンプドライブ信号を出力することで、トラッキングジャンプ動作を実行させ

る。
 【0164】またサーボ回路61は、トラッキングエラー信号の低域成分として得られるスレッドエラー信号や、システムコントローラ60からのアクセス制御信号などに基づいてスレッドドライブ信号を生成し、スレッド機構53を駆動する。スレッド機構53には、図示しないが、ピックアップ51を保持するメインシャフト、スレッドモータ、伝達ギア等による機構を有し、スレッドドライブ信号に応じてスレッドモータを駆動することで、ピックアップ51の所要のスライド移動が行なわれる。

【0165】スピンドルサーボ回路62はスピンドルモータ2をCLV回転させる制御を行う。スピンドルサーボ回路62は、ウォブル信号に対するPLL処理で生成されるクロックを、現在のスピンドルモータ52の回転速度情報として得、これを所定のCLV基準速度情報と比較することで、スピンドルエラー信号を生成する。またデータ再生時においては、リーダ/ライタ回路55内のPLLによって生成される再生クロック(デコード処理の基準となるクロック)が、現在のスピンドルモータ52の回転速度情報となるため、これを所定のCLV基準速度情報と比較することでスピンドルエラー信号を生成することもできる。そしてスピンドルサーボ回路62は、スピンドルエラー信号に応じて生成したスピンドルドライブ信号を出力し、スピンドルモータ62のCLV回転を実行させる。またスピンドルサーボ回路62は、システムコントローラ60からのスピンドルキック/ブレーキ制御信号に応じてスピンドルドライブ信号を発生させ、スピンドルモータ2の起動、停止、加速、減速などの動作も実行させる。

【0166】以上のようなサーボ系及び記録再生系の各種動作はマイクロコンピュータによって形成されたシステムコントローラ60により制御される。システムコントローラ60は、AVシステム120からのコマンドに応じて各種処理を実行する。

【0167】例えばAVシステム120から書込命令(ライトコマンド)が出されると、システムコントローラ60は、まず書き込むべきアドレスにピックアップ51を移動させる。そしてECCエンコード/デコード57、変復調回路56により、AVシステム120から転送されてきたデータ(例えばMPEG2などの各種方式のビデオデータや、オーディオデータ等)について上述したようにエンコード処理を実行させる。そして上記のようにリーダ/ライタ回路55からのレーザドライブパルスがレーザドライブ63に供給されることで、記録が実行される。

【0168】また例えばAVシステム120から、ディスク1に記録されている或るデータ(MPEG2ビデオデータ等)の転送を求めるリードコマンドが供給された場合は、まず指示されたアドレスを目的としてシーク動

作制御を行う。即ちサーボ回路61に指令を出し、シークコマンドにより指定されたアドレスをターゲットとするピックアップ51のアクセス動作を実行させる。その後、その指示されたデータ区間のデータをAVシステム120に転送するために必要な動作制御を行う。即ちディスク1からのデータ読出しを行い、リーダ/ライタ回路55、変復調回路56、ECCエンコード/デコード57におけるデコード/パフリング等を実行させ、要求されたデータを転送する。

【0169】なお、これらのフレイズチェンジマークによるデータの記録再生時には、システムコントローラ60は、ウォブル回路58及びアドレスデコード59によって検出されるADIPアドレスを用いてアクセスや記録再生動作の制御を行う。

【0170】また、ディスク1が装填された際など所定の時点で、システムコントローラ60は、ディスク1のBCAにおいて記録されたユニークIDや、プリレコードデータゾーンPRにウォブリンググループとして記録されているプリレコード情報の読出しを実行させる。その場合、まずBCA、プリレコードデータゾーンPRを目的としてシーク動作制御を行う。即ちサーボ回路61に指令を出し、ディスク1内周側のピックアップ51のアクセス動作を実行させる。その後、ピックアップ51による再生トレースを実行させ、反射光情報としてのプッシュプル信号を得、ウォブル回路58、リーダ/ライタ回路55、ECCエンコード/デコード57によるデコード処理を実行させ、BCA情報やプリレコード情報としての再生データを得る。システムコントローラ60はこのようなして読み出されたBCA情報やプリレコード情報に基づいて、レーザパワー

設定やコピープロテクト処理等を行う。
 【0171】なお、プリレコード情報の再生時には、システムコントローラ60は、読み出されたプリレコード情報としてのBISクラスに含まれるアドレス情報を用いて、アクセスや再生動作の制御を行う。

【0172】ところで、この図40の例は、AVシステム120に接続されるディスクドライブ装置としたが、本発明のディスクドライブ装置としては例えばパーソナルコンピュータ等と接続されるものでもよい。さらには他の機器に接続されない形態も有り得る。その場合は、操作部や表示部が設けられたり、データ入出力のインターフェース部構成が、図40とは異なるものとなる。つまり、ユーザーの操作に応じて記録や再生が行われるとともに、各種データの入出力のための端子部が形成されればよい。もちろん構成例としては他にも多様に考えられ、例えば記録専用装置、再生専用装置としての例も考えられる。

【0173】4-2. ディスク対応処理
 上述した本例のディスク1が装填された際、上記ディスクドライブ装置の処理を図41で説明する。図41は

システムコントローラ60の制御としての処理を示している。

【0174】ディスクドライブ装置に1層ディスク又は複数層ディスクとしてのディスク1が装填されると、システムコントローラ60の処理はステップF101からF102に進み、まず、ピックアップ51に対してディスク1の第1層L0に合わせて球面収差補正を行うように指示する。

【0175】ピックアップ51における球面収差補正機構は図42、又は図43のように形成されている。図42、図43の各図においてはピックアップ51内の光学系を示している。図42において、半導体レーザ（レーザダイオード）81から出力されるレーザ光は、コリメータレンズ82で平行光とされ、ビームスプリッタ83を透過して、球面収差補正機構としてのコリメータレンズ87、88を介して進行し、対物レンズ84からディスク1に照射される。ディスク1からの反射光は、対物レンズ84、コリメータレンズ88、87を通過してビームスプリッタ83で反射され、コリメータレンズ（集光レンズ85）を介してディテクタ86に入射される。このような光学系においては、コリメータレンズ87、88はレーザ光の径を可変する機能を持つ。即ちコリメータレンズ87が光軸方向であるJ方向に移動可能とされることで、ディスク1に照射されるレーザ光の径が調整される。つまりシステムコントローラ60はステップF102では、図示しないコリメータレンズ87の駆動部に対して前後移動を実行させる制御を行うことで、第1層L0に合わせるように球面収差補正を実行させることができる。

【0176】図43（a）の例は、図42のコリメータレンズ87、88に代えて液晶パネル89を備えるものである。即ち液晶パネル89において、レーザ光を透過させる領域と遮蔽する領域の境界を、図43（b）の実線、破線、一点鎖線のように可変調整することで、レーザ光の径を可変できるものである。この場合、システムコントローラ60は、液晶パネル89を駆動するドライバ回路に対して指示を出し、透過領域を可変せしめよう。

【0177】図41のステップF102で、第1層L0に対応する球面収差補正を実行させたら、サーボ回路61によって、レーザ光のフォーカス状態を第1層L0に合焦させる。そしてステップF104で、まずBCAにアクセスさせ、BCAに記録されているユニークIDの読出を実行させる。更に続いて、ステップF105では、プリレコードデータゾーンPRにアクセスさせ、プリレコードデータとしての管理情報の読出を実行させる。

【0178】ステップF106では、プリレコードデータゾーンPRについて管理情報の再生ができたか否かを判別する。再生OKであった場合は、ステップF1

07に進み、ディスク種別に応じて順次各層におけるOPC（テストライトエリア）を用いてテストライトを行い、記録再生レーザパワーのキャリブレーションを行う。即ち、1層ディスクであった場合は、第1層L0のOPCでテストライトを行う。複数層ディスクであった場合は、第1層L0・・・第n層Ln-1のそれぞれにおいて、OPCでテストライトを行い、各層のそれぞれについて最適なレーザパワーを設定する。なお、各記録層でテストライトを実行する際には、その層度、必要に応じて（その直前と対象としている記録層が変わる場合）、テストライトを実行しようとする記録層に対して球面収差補正及びフォーカス制御を行うものとなる。

【0179】テストライトを終えた後は、ステップF108以降に進んで、記録／再生動作を実行制御する。1層ディスクでも複数層ディスクでも、まず第1層L0に対して記録再生を行うものであるため、ステップF108では第1層L0に対して球面収差補正、フォーカス制御を行って、第1層L0の記録又は再生を実行していく。1層ディスクの場合は、第1層L0の記録／再生で処理を終える。複数層ディスクの場合は、その層数に応じて、ステップF109・・・F110と進み、順次各層に対して球面収差補正及びフォーカス制御を行った上で、記録又は再生を続けていくことになる。

【0180】なお、例えば2層ディスクなどの複数層ディスクの場合、第2層L1等の複数層目の記録層に対しては外周から内周に向かって記録／再生を進行させる。従って、ステップF108からF109に移行する際に、システムコントローラ60は外周から内周へのシーク制御を実行させる必要はなく、連続的に記録／再生を実行させることができる。3層以上のディスクであっても、第2層L1から第3層L2、第3層L2から第4層L3・・・と移行する場合も同様にシーク制御は不要であり、連続的な記録再生を実行できる。

【0181】ところで、実際にデータの記録再生を行う前には、プリレコードデータゾーンPRから管理情報を読み出す必要がある。ステップF105で第1層L0のプリレコードデータゾーンPRから管理情報が読み出せればよいが、何らかの原因で管理情報が読み出せなかった場合は、記録再生できないディスクとなってしまう。ここで、上述したように複数層ディスクの場合、第2層以降の層にも、プリレコードデータゾーンPRにおいて同一の管理情報が記録されている。そこで本例では、第1層L0で管理情報を読み出せなかった場合は、他の記録層から管理情報を読み出すようにしている。

【0182】即ちステップF106で再生NGとなった後、ステップF111に進み、当該ディスク1が複数層ディスクであるか否かを判別する。もし1層ディスクであれば、プリレコードデータゾーンPRが読出不能であることでエラー終了となる。複数層ディスクであつ

た場合は、ステップF112に進んで、変数nを「2」にセットする。そして、ステップF113で第n層、即ち第2層L1に対して球面収差補正を実行させ、ステップF114で第n層、即ち第2層L1にフォーカス制御を実行し、ステップF115で第n層、即ち第2層L1のプリレコードデータゾーンPRから管理情報を読み出すようにする。そしてステップF116で再生OKとなった後、ステップF107に進む。

【0183】一方、ステップF116でも再生NGであれば、ステップF117で変数nをインクリメントした後、ステップF118で、当該ディスクに第n層が存在するか否かを確認する。例えば第3層の存在を確認することになる。もし2層ディスクの場合、第3層は存在しないため、プリレコードデータゾーンPRが読出不能であることでエラー終了となる。3層以上のディスクであれば、ステップF118で第n層が存在すると判断されることになるため、ステップF113に戻り、第n層、即ち第3層L2に対して、球面収差補正、フォーカス制御、プリレコードデータゾーンPRの読出を実行する。即ちn層ディスクについては、全ての記録層のいずれかでプリレコードデータゾーンPRが読み出せればよいことになる。全ての記録層においてプリレコードデータゾーンPRの読出不能となればエラー終了となるが、或る記録層においてプリレコードデータゾーンPRの読出が実行できることにより、ステップF107以降の処理に進むことができる。これによってディスク1の信頼性を向上させる。

【0184】このようなディスクドライブ装置の処理によれば、1層ディスク及び複数層ディスクに対応し、特にレーザ光照射を実行する記録層に応じて、球面収差を適切に補正でき、1層ディスク及び複数層ディスク、さらには複数層ディスクの各記録層に、それぞれ適切に対応して記録再生を行うことができる。またディスク1が装填された際には、1層/複数層のディスクの識別に関わらず、第1層L0に対応する球面収差補正を実行させる。第1層のディスク厚み方向の位置は各種類のディスクで同一であるため、各種類のディスクに好適且つ効率よく対応できるものとなる。つまり1層ディスク、2層ディスク、3層ディスク・・・のいずれかが装填されたのだとしても、第1層のプリレコードデータゾーンPRの読出を実行できる。またユニークIDは第1層L0のBCAにおいて記録されているため、その読出にも都合がよい。

【0185】また複数層ディスクが装填された場合、第1層～第n層のいずれから、プリレコードデータゾーンPRの管理情報を読み出すようにしているため、管理情報を正確に読み出せる確率が向上し、ディスク及びディスクドライブ装置の動作の信頼性を向上させる。また複数層ディスクに対しては、第1層～第n層のそれぞれにおいて用意されているテストエリアにおいて、テ

スト記録を実行するようにすることで、各層毎に記録再生条件を設定でき、各記録層に対して適切な記録再生動作を実現できる。

【0186】また、複数層ディスクが装填された場合は、第1層から第n層に順次、記録又は再生を進行させていくようにし、さらに奇数番目の記録層に対する記録又は再生時には、ディスク内周側から外周側に向かって記録又は再生を実行し、偶数番目の記録層に対する記録又は再生時には、ディスク外周側から内周側に向かって記録又は再生を実行するようにすることで、外周から内周又は内周から外周へのフルシークすること無く記録再生を継続できる。従ってビデオデータの記録再生等の、高転送レートのリアルタイム記録を連続して長時間行うことができる。

【0187】5. ディスク製造方法

5-1. マスティング装置

続いて上記ディスク1の製造方法について説明する。まずマスティング装置について述べる。ディスクの製造プロセスは、大別すると、いわゆる原盤工程（マスティングプロセス）と、ディスク化工程（レプリケーションプロセス）に分けられる。原盤工程はディスク化工程で用いる金風原盤（スタンパー）を完成するまでのプロセスであり、ディスク化工程はスタンパーを用いて、その複製である光ディスクを大量生産するプロセスである。

【0188】具体的には、原盤工程は、研磨した硝子基板にフォトリソを塗布し、この感光膜にレーザビームによる露光によってグルーブを形成する。このような処理はマスティング装置によって行われる。本例の場合、ディスクの最内周側のPBゾーンに相当する部分でプリレコード情報に基づいたウォブリングによるグルーブのマスティングが行われ、またRWゾーンに相当する部分で、ADIPアドレスに基づいたウォブリングによるグルーブのマスティングが行われる。また、スタンパとしては第1層L0用スタンパ、第2層L1用スタンパ・・・第n層Ln用スタンパが、それぞれ製造されるものとなる。マスティング装置を図44に示す。

【0189】マスティング装置は、プリレコード情報発生部71、アドレス発生部72、セレクトク73、ウォブルデータエンコーダ74、ウォブルアドレスエンコーダ75、コントローラ76を備える。またレーザ光源82、光変調部83、ヘッド部84、移送機構77、スピンドルモータ76、ヘッド移送制御部78、スピンドルサーボ回路79を備える。

【0190】記録するプリレコード情報はプリマスティングと呼ばれる準備工程で用意される。プリレコード情報発生部71は、プリマスティング工程で用意されたプリレコード情報を入力する。このプリレコード情報はウォブルデータエンコーダ74でエンコード処理され、プリレコード情報で変調されたウォブル波形のストリームデータが精製されて、セレクトク7

3に供給される。

【0191】アドレス発生部72は、絶対アドレスとしての値を順次出力する。そしてアドレス発生部72から出力された絶対アドレス値に基づいて、ウォブルアドレスエンコーダ75において、MSK変調処理、HMW変調処理が施される。即ちグループに対してMSK変調するアドレス情報と、グループに対してHMW変調するアドレス情報としてのエンコード信号が生成され、セクタ73に供給される。なお、MSK変調処理としては、基準クロックに基づき $\cos(\omega t)$ と $\cos(1.5\omega t)$ との2つの周波数を生成し、さらにアドレス情報から、この基準クロックに同期した被変調データが所定のタイミング位置に含まれたデータストリームを生成する。そして、例えば $\cos(\omega t)$ と $\cos(1.5\omega t)$ との2つの周波数で上記データストリームをMSK変調し、MSK変調信号を生成する。なお、MSK変調でアドレス情報が変調されない位置では、波形が $\cos(\omega t)$ とされた信号(モノトーンウォブル)を発生する。

【0192】またHMW変調処理としては、基準クロックに基づき、上記MSK変調処理で発生される $\cos(\omega t)$ と同期した2次高調波信号(± $\sin(2\omega t)$)を発生する。そして、HMW変調でアドレス情報を記録するタイミング(このタイミングは、上記MSK変調がされていないモノトーンウォブルとなっているタイミングとする。)で、上記2次高調波信号を出力する。このとき、入力されたアドレス情報のデジタル符号に応じ、+ $\sin(2\omega t)$ と、- $\sin(2\omega t)$ とを切り換えながら出力する。そして上記MSK変調出力に、HMW変調出力としての2次高調波信号を加算する。この加算された信号が、ウォブルアドレス信号のストリームとして、セクタ73に供給される。

【0193】ヘッド部84は、フォトレジストされた硝子基板101にレーザビームを照射してグループトラックの露光を行う。スピンドルモータ76は硝子基板101を一定線速度で回転させる。回転サーボ制御はスピンドルサーボ回路79によって行われる。移送部77は内周側から外周側へ、又は外周側から内周側へ、ヘッド部84を定速度で移送する。これにより、ヘッド部84からのレーザビームがスベリアル状に照射されていくようにする。移送部77の動作はヘッド移送制御部78によって行われる。

【0194】レーザ光源82は、例えばHe-Cdレーザからなる。このレーザ光源82からの出射光を記録データに基づいて変調する光変調部83としてはレーザ光源82からの出射光をウォブル生成信号に基づいて偏向する音響光学型的光偏向器(AOD)が設けられる。

【0195】セクタ73では、プリレコードド情報としてのウォブル波形のストリームとアドレス情報としてのウォブル波形のストリームを選択してウォブル偏向ドライブ81に供給する。ウォブル偏向ドライブ81

は、供給されるプリレコードド情報やアドレス情報としてのウォブル波形式トリームに応じて光変調部83における光偏向器を駆動する。

【0196】従ってレーザ光源82から出力されたレーザ光は、プリレコードド情報やアドレス情報としてのウォブル波形式トリームに応じて光変調部83で偏向され、ヘッド部84によって硝子基板101に照射される。上記のように硝子基板101はスピンドルモータ76によって一定線速度で回転され、またヘッド部84は移送機構77によって一定速度で移送されるため、硝子基板101のフォトレジスト面には、図39(a)又は(b)のようなウォブリングされたグループパターンが感光されていく。

【0197】コントローラ70は、このようなマスタリング動作を実行制御するとともに、移送機構77の移送位置を監視しながらプリレコードド情報発生部71、アドレス発生部72、セクタ73を制御する。

【0198】コントローラ70は、第1層L0、第3層L2など奇数番目の記録層を形成するためのスタンパのマスタリング開始時には、移送機構77に対して最内周側(プリレコードドデータゾーンPR相当位置)を初期位置とさせた後、硝子基板101のCLV回転駆動と、トラックピッチ0.35μmのグループを形成するためのスライド移送を開始させる。この状態で、プリレコードド情報発生部71からプリレコードド情報を出力させ、セクタ73を介してウォブル偏向ドライブ81に供給させる。また、レーザ光源82からのレーザ出力を開始させ、変調部83はウォブル偏向ドライブ81からの駆動信号、即ちプリレコードド情報のFMコード変調信号に基づいてレーザ光を変調させ、硝子基板101へのグループマスタリングを実行させる。これにより、第1層L0、第3層L2のプリレコードドデータゾーンPRに相当する領域に、プリレコードド情報に基づいてウォブリングされたグループのマスタリングが行われている。

【0199】その後、コントローラ70は、移送機構77の位置がRWゾーンに相当する位置まで進んだことを検出したら、セクタ73をアドレス発生部72側に切り換えと共に、アドレス発生部72からアドレス値を順次発生させるように指示する。例えば第1層L0の生成に用いるスタンパのためのマスタリング時であれば、「020000h」～「17644ch」のアドレス値を順次発生させるようにする。また移送機構77には、トラックピッチ0.32μmのグループを形成するようにスライド移送速度を低下させる。

【0200】これによりアドレス発生部72からアドレス情報に基づくウォブル波形式トリームがウォブル偏向ドライブ81に供給され、レーザ光源82からのレーザ光は変調部83においてウォブル偏向ドライブ81からの駆動信号、即ちアドレス情報のMSK/HMW変調信

号に基づいて変調され、その変調レーザ光により硝子基板 101 へのグループマスタリングが実行される。これにより、RWゾーンに相当する領域に、アドレス情報に基づいてウォブリグされたグループのマスタリングが行われていく。コントローラ 70 は移送機構 77 の移送がリードアウトゾーン（又はアウトゾーン）の終端に達したことを検出したら、マスタリング動作を終了させる。

【0201】またコントローラ 70 は、第 2 層 L1、第 4 層 L3 など偶数番目の記録層を形成するためのスタンプのマスタリング開始時には、移送機構 77 に対して最外周側（アウトゾーン相当位置）を初期位置とさせた後、硝子基板 101 の CLV 回転駆動と、トラックピッチ 0.32 μm のグループを形成するようにスライド移送を開始させる。そしてこの場合は、まずセクタ 73 をアドレス発生部 72 側に切り換えると共に、アドレス発生部 72 からアドレス値を順次発生させるように指示する。例えば第 2 層 L1 の生成に用いるスタンプのためのマスタリング時であれば、「084bb3h」～「1dfffh」のアドレス値を順次発生させるようにする。

【0202】これによりアドレス発生部 72 からアドレス情報に基づくウォブル波形式のストリームがウォブル偏向ドライバ 81 に供給され、レーザ光源 8 からのレーザ光は変調部 83 においてウォブル偏向ドライバ 81 からの駆動信号、即ちアドレス情報の MSK/HMW 変調信号に基づいて変調され、その変調レーザ光により硝子基板 101 へのグループマスタリングが実行される。これにより、RWゾーンに相当する領域に、アドレス情報に基づいてウォブリグされたグループのマスタリングが行われていく。

【0203】コントローラ 70 は移送機構 77 の移送がプリレコードデータゾーン PR に相当する位置に達したことを検出したら、トラックピッチ 0.35 μm のグループを形成するためのスライド移送を開始させる。この状態で、プリレコードデータ発生部 71 からプリレコードデータ情報を出させ、セクタ 73 を介してウォブル偏向ドライバ 81 に供給させる。また、レーザ光源 8 からのレーザ出力を開始させ、変調部 83 はウォブル偏向ドライバ 81 からの駆動信号、即ちプリレコードデータの FM コード変調信号に基づいてレーザ光を変調させ、硝子基板 101 へのグループマスタリングを実行させる。これにより、第 2 層 L1、第 4 層 L3 などのプリレコードデータゾーン PR に相当する領域に、プリレコードデータ情報に基づいてウォブリグされたグループのマスタリングが行われていく。そしてプリレコードデータ発生部 71 の終端に達したことを検出したら、マスタリング動作を終了させる。

【0204】このような動作により、硝子基板 101 上に PB ゾーン及び RW ゾーンとしてのウォブリググル

ープに対応する露光部が形成されていく。その後、現象、電線等を行ないスタンプが生成される。スタンプとしては、第 1 層用スタンプ、第 2 層用スタンプ・・・第 n 層用スタンプがそれぞれ製造されることになる。

【0205】5-2. 製造手順

上記のように各記録層についてのスタンプが製造された後のディスク製造手順を図 45 に示す。

【0206】<手順 P1>例えばポリカーボネートによる基板 RL について第 1 層用スタンプを用いてインジェクションを行い、グループパターンを転写して、スパッタ装置により第 1 層 L0 としての記録膜を形成する。

【0207】<手順 P2>第 2 層用スタンプを用いてインジェクションを行い、グループパターンが転写された中間層 ML を形成して、スパッタ装置により第 2 層 L1 としての記録膜を形成する。

【0208】<手順 P3>第 n 層用スタンプを用いてインジェクションを行い、グループパターンが転写された中間層 ML を形成して、スパッタ装置により第 n 層 Ln-1 としての記録膜を形成する。

【0209】<手順 P4>1 層ディスクの製造の場合は、上記手順 P1 で形成された層の上に、厚み約 100 μm のカバー層 CVL を形成する。

<手順 P5>2 層ディスクの製造の場合は、上記手順 P1、P2 で形成された層の上に、厚み約 75 μm のカバー層 CVL を形成する。

<手順 P6>n 層ディスク（この場合 3 層以上）の製造の場合は、上記手順 P1、P2、P3 で形成された層の上に、厚みが $100 \cdot (n-1) \times 2.5 \mu\text{m}$ のカバー層 CVL を形成する。

【0210】1 層ディスクの製造の場合は、上記手順 P4 で形成されたディスクに対して、BCA 記録を行うことで、ディスク 1 が完成される。2 層ディスクの製造の場合は、上記手順 P5 で形成されたディスクに対して、BCA 記録を行うことで、ディスク 1 が完成される。3 層ディスクの製造の場合は、上記手順 P6 で形成されたディスクに対して、BCA 記録を行うことで、ディスク 1 が完成される。

【0211】以上の製造手順からわかるように、1 層ディスクは、P1→P4→BCA 記録で製造される。2 層ディスクは P1→P2→P5→BCA 記録で製造される。n 層ディスクは P1→P2→P3→P6→BCA 記録で製造される。手順 P1 までの工程は全てのディスクで共通化される。また例えば 2 層ディスクと 3 層ディスクでは手順 P1、P2 が共通化されるなど、工程は効率化される。

【0212】5-3. BCA 記録装置

BCA 記録を実行する BCA 記録装置を図 46 に示す。BCA 記録装置は、コントローラ 90、BCA データ発生部 91、BCA エンコーダ 92、レーザドライバ 93、光学ヘッド 94、移送機構 95、スピンドルモータ

96、ヘッド移送制御部97、スピンドルサーボ回路98を備える。

【0213】 上述のように製造されたディスク1は、スピンドルモータ96によって例えば一定角速度で回転させる。回転制御はスピンドルサーボ回路98によって行われる。また移送機構95は、光学ヘッド94をディスクのBCAの範囲に移送させる。BCAデータ発生部91は、各ディスクに固有のユニークIDとしての情報を発生する。そのユニークIDとしてのデータはBCAエンコーダでエンコードされる。レーザドライバ93は、エンコードデータに基づいて、光学ヘッド94内のレーザ出力をオン/オフ変調制御する。コントローラ90はこれらの動作の実行制御を行う。

【0214】 このようなBCA記録装置によって、光学ヘッド94からは高パワーのレーザ光がユニークIDデータのよって変調されて出力され、またディスク96がCAV回転されること。ディスクのBCAとして同心円状のパターン情報としてBCAデータが記録されることとなる。

【0215】 以上、実施の形態のディスク及びそれに対応するディスクドライブ装置、ディスク製造方法について説明してきたが、本発明はこれらの例に限定されるものではなく、要旨の範囲内で各種変形例が考えられるものである。

【0216】

【発明の効果】 以上の説明から理解されるように本発明によれば以下のような効果が得られる。本発明のディスク記録媒体、又はディスク製造方法によれば、記録層が1つの1層ディスク、及び記録層が複数の複数層ディスクとしての複層において、第1層となる記録層は、ディスク厚み方向において、記録又は再生のための光が入射されるカバー層表面からの距離が同一とされる。このため、1層ディスクと、2層、3層、或いは更に多数層の複数層ディスクのそれぞれにおいて、第1層としての記録層（例えばフェーズチェンジ記録膜の記録層）はポリカーボネート基板上に同様に形成することができ、製造工程の共通化が図られると共に、1層ディスク、複数層ディスクとも同様の記録再生特性を得ることができる。また複数層ディスクにおいては、第2層以降の記録層は、第1層よりもカバー層表面に近づく位置に形成されているため、第2層以降の記録層は、それぞれ各記録層からカバー層表面までの距離が短くなる。つまり、各層からみてカバー層の厚さが小さくなる。これによりディスクと光ビームのチルト（傾き）許容角度がひろがる。即ち、第2層以降の記録層のチルトマージンを、第1層の記録膜に比較して与えることができるため、記録再生特性の向上とディスク生産性の向上、及びコストダウンを促進できる。

【0217】 また、第1～第nの複数の記録層において、奇数番目の記録層は、ディスク内周側から外周側に

向かって記録又は再生が行われ、偶数番目の記録層は、ディスク外周側から内周側に向かって記録又は再生が行われるようにされている。従って、例えば第1層の記録再生が外周側で終了した時点で、第2層の記録再生を即座に外周側から行うことができる。つまり或る記録層から次の記録層に記録再生動作を進める際に、外周から内周へ（或いは内周から外周へ）のフルスキャンを必要とせずに連続して記録再生することができる、ビデオデータの記録再生等の、高転送レートのリアルタイム記録を長時間行うことができる。

【0218】 また第1～第nの複数の記録層において、奇数番目の記録層は、ディスク内周側から外周側に向かって順にアドレスが記録されており、偶数番目の記録層は、奇数番目の記録層の同じ半径位置のアドレスの補数をとって外周側から内周側にアドレスが記録されている。つまり、第1層、第3層などの奇数番目の記録層では、内周から外周へアドレスはカウントアップされ、第2層、第4層などの偶数番目の記録層では、外周から内周へカウントアップされる。偶数番目の記録層は、奇数番目の記録層のアドレスの補数をとって行うことにより、層（レイヤ）内のアドレスは、1つの層のレイヤ内のアドレスのビット数であらわされることになり、複数層による大容量化の際のアドレス方式として好適である。また奇数番目の記録層と、偶数番目の記録層の、アドレスに対する半径の位置関係も知ることができる。

【0219】 またディスク記録媒体固有のユニークIDが、例えばBCAとして記述されたように、記録層を焼き切る記録方式で、第1の記録層にのみ記録されている。第1の記録層を焼ききる記録方式により半径方向にバーコード上の信号を記録した際、厚み方向に同じ位置にある他の記録層にダメージが生ずることが考えられ、他の層に記録しても信頼性のあるユニークIDを記録できない可能性がある。従って、第1の記録層にのみ記録すること、ユニークIDの記録再生の信頼性を向上させる。

【0220】 また第1～第nの各記録層に、記録再生のための管理情報を、ディスク上にスパイラル状に形成するグループのウォーピングによって再生専用情報として記録している。例えば管理情報として、記録再生パワー条件等のディスク情報、コピープロテクションに関する情報等を、トラックのウォーピングによるプリコーディング情報として各記録層に記録することで、管理情報として信頼性の高い記録を行うことができるとともに、各層で管理情報読み込めるため、アクセス性がよいものとなる。

【0221】 また、第1～第nの記録層に、記録テストエリアを設けることにより、各層で、各層に適した、記録テストを行い、適切な記録再生条件を見いだすことができる。

【0222】 また、第1～第nの記録層に、第1から第nの記録層のディフェクト管理情報を記録することによ

り、すべての記録層のディフェクト管理情報を一元的に扱うことができる。また、例えば第1の記録層で、ディフェクト管理情報を記録再生できなかった場合、第2層、第3層などへ、ディフェクト管理情報の記録位置を交替していくことができ、信頼性の高いディフェクト管理を行うことができる。

【0223】また第1～第nの記録層に、交替エリアを設けることにより、第1から第nの記録層に、同じ容量の交替エリアを設けることができ、各記録層でのディフェクトマネジメント効率を有効に行うことができる。また、アクセス性よく使用できる。

【0224】本発明のディスクドライブ装置は、1層ディスク及び複数層ディスクに対応し、特にレーザ光照射を実行する記録層に応じて、球面収差を補正できるようにしている。これにより、1層ディスク及び複数層ディスク、さらには複数層ディスクの各記録層に、それぞれ適切に対応して記録再生を行うことができる。またディスク記録媒体が装填された際には、1層/複数層のディスクの種別に関わらず、第1層に対応する球面収差補正を実行させる。第1層のディスク厚み方向の位置は各種別のディスクで同一であるため、各種別ディスクに好適且つ効率よく対応できるものとなる。また、ディスク記録媒体が装填された際に、第1層において記録層を焼き切る記録方式で記録されているディスク記録媒体固有のユニークIDを読み出すようにすることで、上記各種ディスクに対応してユニークIDを読み出せる。

【0225】また複数層ディスクが装填された場合、第1層～第n層のいずれから、スパイラル状に形成されたグループのウォブリングによって再生専用情報として記録されている記録再生のための管理情報を読み出すようにしている。つまり、例えば第1層で管理情報が読み出せなくても、他の記録層で読み出せれば記録再生動作を実行できるものとなり、動作の信頼性を向上させることができる。また複数層ディスクに対しては、第1層～第n層のそれぞれにおいて用意されているテストエリアにおいて、テスト記録を実行するようにすることで、各層毎に記録再生条件を設定でき、適切な記録再生動作を実現できる。

【0226】また、複数層ディスクに対して、第1層～第n層についてのディフェクト管理情報を、第1層～第n層のそれぞれにおいて用意されているディフェクト管理エリアのうちのいずれかに記録するようにすることで、すべての記録層のディフェクト管理情報を一元的に扱うことができる。また、例えば第1の記録層で、ディフェクト管理情報を記録再生できなかった場合、第2層、第3層などへ、ディフェクト管理情報の記録位置を交替していくことができ、信頼性の高いディフェクト管理を行うことができる。

【0227】また、複数層ディスクが装填された場合は、第1層から第n層に順次、記録又は再生を進行させ

ていくようにし、さらに奇数番目の記録層に対する記録又は再生時には、ディスク内周側から外周側に向かって記録又は再生を実行し、偶数番目の記録層に対する記録又は再生時には、ディスク外周側から内周側に向かって記録又は再生を実行するようにすることで、外周から内周又は内周から外周へのフルシークすること無く記録再生を継続でき、ビデオデータの記録再生等の、高転送レートのリアルタイム記録を連続して長時間行うことができる。

【0228】そして以上のことから、本発明は大容量のディスク記録媒体として好適であるとともに、ディスクドライブ装置の記録再生動作性能にも向上されるという大きな効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態のディスクのグループの説明図である。

【図2】実施の形態のディスクのグループのウォブリングの説明図である。

【図3】実施の形態のMSK変調及びHMW変調を施したウォブル信号の説明図である。

【図4】実施の形態のMSK変調の説明図である。

【図5】実施の形態のMSK変調ウォブル信号を復調するMSK復調回路のブロック図である。

【図6】実施の形態の入力されたウォブル信号と同期検波出力信号の波形図である。

【図7】実施の形態のMSKストリームの同期検波出力信号の積算出力値、積算出力値のホールド値、MSK復調された被変調データの波形図である。

【図8】実施の形態のHMW変調の説明図である。

【図9】実施の形態のHMW変調ウォブル信号を復調するHMW復調回路のブロック図である。

【図10】実施の形態の基準キャリア信号と被変調データと被変調データに応じて生成された2次高調波信号の波形図である。

【図11】実施の形態の生成されたHMWストリームの波形図である。

【図12】実施の形態のHMWストリームの同期検波出力信号、同期検波出力信号の積算出力値、積算出力値のホールド値、HMW復調された被変調データの波形図である。

【図13】実施の形態のディスクレイアウトの説明図である。

【図14】実施の形態のPBゾーン及びRWゾーンのウォブリングの説明図である。

【図15】実施の形態のプリレコーデッド情報の変調方式の説明図である。

【図16】実施の形態のフェイズチェンジマークのECC構造の説明図である。

【図17】実施の形態のプリレコーデッド情報のECC構造の説明図である。

【図18】実施の形態のフェイスチェンジマーク及びブリレーコード情報のフレーム構造の説明図である。

【図19】実施の形態のディスクのRUBとアドレスユニットの関係及びアドレスユニットを構成するビットブロックの説明図である。

【図20】実施の形態のアドレスユニットのシンクパートの説明図である。

【図21】実施の形態のシンクパート内のモノトーンビットと被変調データの説明図である。

【図22】実施の形態のシンクパート内の第1のシンクビットの信号波形と被変調データの説明図である。

【図23】実施の形態のシンクパート内の第2のシンクビットの信号波形と被変調データの説明図である。

【図24】実施の形態のシンクパート内の第3のシンクビットの信号波形と被変調データの説明図である。

【図25】実施の形態のシンクパート内の第4のシンクビットの信号波形と被変調データの説明図である。

【図26】実施の形態のアドレスユニット内のデータパートのビット構成の説明図である。

【図27】実施の形態のデータパートのビット“1”を表すADIPビットの信号波形と被変調データの説明図である。

【図28】実施の形態のデータパートのビット“0”を表すADIPビットの信号波形と被変調データの説明図である。

【図29】実施の形態のアドレスフォーマットの説明図である。

【図30】実施の形態のADIPビットによるアドレス情報内容の説明図である。

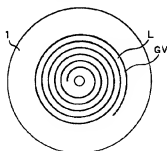
【図31】実施の形態のアドレス復調回路のブロック図である。

【図32】実施の形態のアドレス復調回路の制御タイミングの説明図である。

【図33】実施の形態のアドレス復調回路でHMW復調した際の信号の波形図である。

【図34】実施の形態のアドレス復調回路でHMW復調

【図1】



した際の信号の波形図である。

【図35】実施の形態の1層、2層、n層ディスクの層構造の説明図である。

【図36】実施の形態の1層ディスクのエリア構造の説明図である。

【図37】実施の形態の2層ディスクのエリア構造の説明図である。

【図38】実施の形態のn層ディスクのエリア構造の説明図である。

【図39】実施の形態のディスクのスパイラル状態の説明図である。

【図40】実施の形態のディスクドライブ装置のブロック図である。

【図41】実施の形態のディスクドライブ装置の処理のフローチャートである。

【図42】実施の形態のディスクドライブ装置の球面取差補正機構の説明図である。

【図43】実施の形態のディスクドライブ装置の球面取差補正機構の説明図である。

【図44】実施の形態のマスターリング装置のブロック図である。

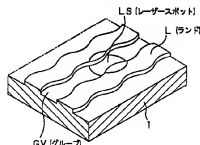
【図45】実施の形態のディスク製造手順の説明図である。

【図46】実施の形態のBCA記録装置のブロック図である。

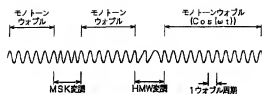
【符号の説明】

1 ディスク、51 ピックアップ、52 スピンドルモータ、53 スレッド機構、54 マトリクス回路、55 リード/ライト回路、56 変復調回路、57 ECCエンコーダ/デコーダ、58 ウォブル回路、59 アドレスデコーダ、60 システムコントローラ、61 サーボ回路、62 スピンドルサーボ回路、63 レーザドライバ、120 AVシステム、RL 基板、CVLカバー層、CVLs カバー層表面、L0 第1層、L1、第2層、Ln-1第n層

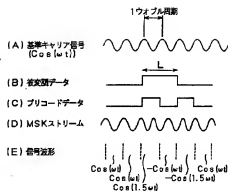
【図2】



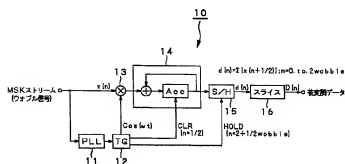
【図 3】



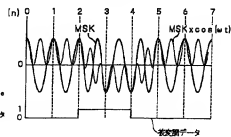
【図 4】



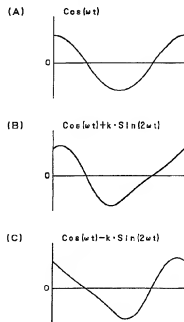
【図 5】



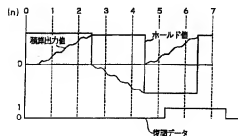
【図 6】



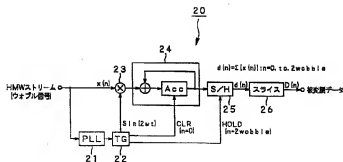
【図 8】



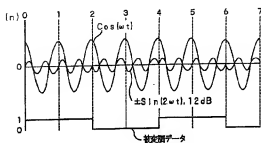
【図 7】



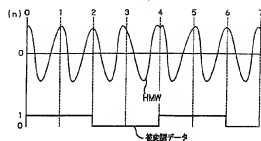
【圖 9】



【圖 10】

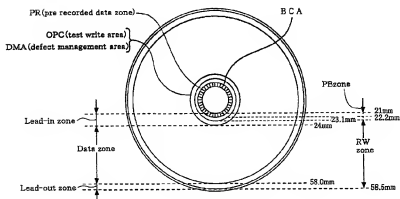


【圖 1-1】

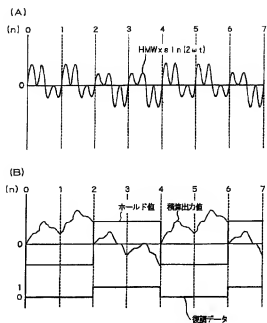


【图 13】

Disc Layout



【図 12】



FM code

modulation rule

(a) data bit

(b) ch clock

(c) FM code

(d) wobble

or

(e) FM code

(f) wobble

(g) data bit stream

(h) FM code stream

or

(i) Wobble stream

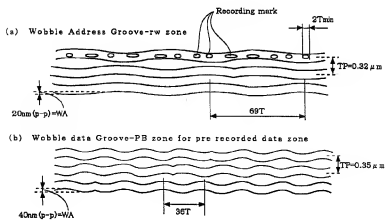
(j) FM code stream

(k) Wobble stream

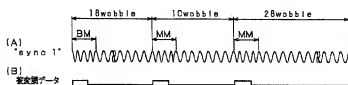
"1" "0"

1 0 1 1 0 0 1 0

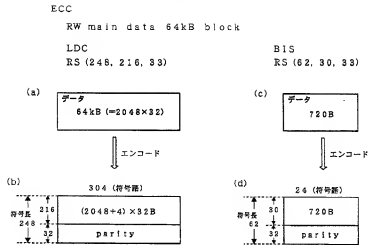
【図 14】



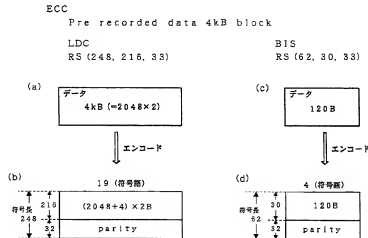
【図 23】



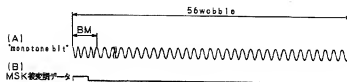
【図16】



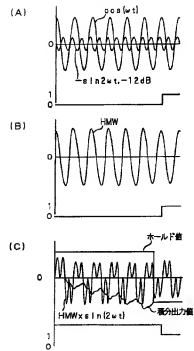
【図17】



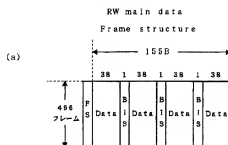
【図21】



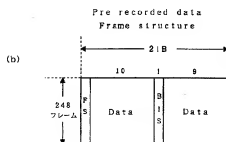
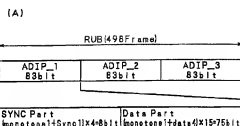
【図34】



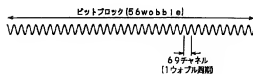
【図18】



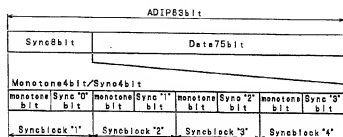
【図19】



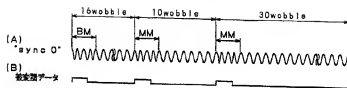
(B)



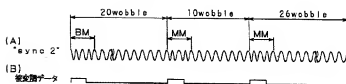
【図20】



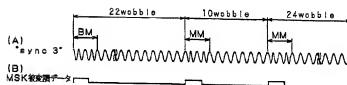
【図 22】



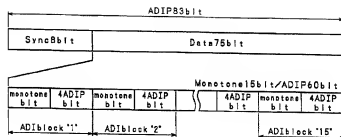
【図 24】



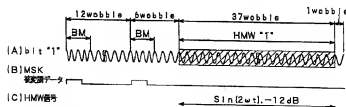
【図 25】



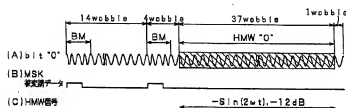
【図26】



【図27】



【図28】



【圖 29】

[illegible]

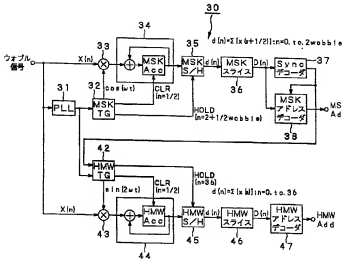
【図 30】

ECC	Layer	3 bit
Nibble (4bit) based ID RS (15, 9, 7)	RUB	19 bit
	Address number/RUB	2 bit
	Aux data	12 bit
	Parity	24 bit
total 15 nibble	Total	60 bit

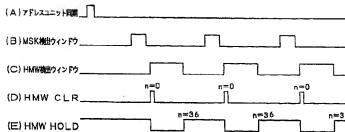
Nibble 0	layer no. bit 2	layer no. bit 1	layer no. bit 0	RUB no. bit 18	
Nibble 1	RUB no. bit 17	RUB no. bit 16	RUB no. bit 15	RUB no. bit 14	ADDP
Nibble 2	RUB no. bit 13	RUB no. bit 12	RUB no. bit 11	RUB no. bit 10	Address
Nibble 3	RUB no. bit 9	RUB no. bit 8	RUB no. bit 7	RUB no. bit 6	5 nibbles
Nibble 4	RUB no. bit 5	RUB no. bit 4	RUB no. bit 3	RUB no. bit 2	
Nibble 5	RUB no. bit 1	RUB no. bit 0	address no. bit 1	address no. bit 0	Aux data
Nibble 6	reserve bit 11	reserve bit 10	reserve bit 9	reserve bit 8	3 nibbles
Nibble 7	reserve bit 7	reserve bit 6	reserve bit 5	reserve bit 4	
Nibble 8	reserve bit 3	reserve bit 2	reserve bit 1	reserve bit 0	Nibbled based ID-RS
Nibble 9	parity bit 23	parity bit 22	parity bit 21	parity bit 20	ECC
Nibble 10	parity bit 19	parity bit 18	parity bit 17	parity bit 16	6 nibble
Nibble 11	parity bit 15	parity bit 14	parity bit 13	parity bit 12	
Nibble 12	parity bit 1	parity bit 10	parity bit 9	parity bit 8	
Nibble 13	parity bit 7	parity bit 6	parity bit 5	parity bit 4	
Nibble 14	parity bit 3	parity bit 2	parity bit 1	parity bit 0	

*parity bits are recorded as inverted bits

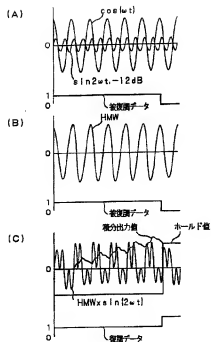
【図 31】



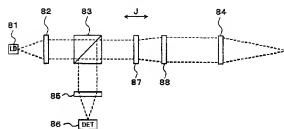
【図 32】



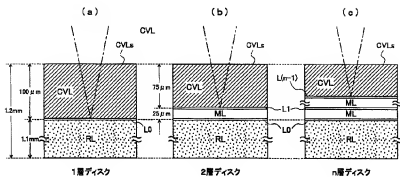
【図33】



【図42】



【図35】

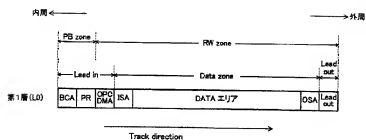


(d)

	レイヤーアドレス
第1層: L0	0
第2層: L1	1
第n層: L(n-1)	n-1

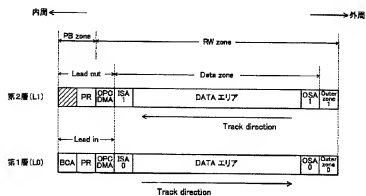
【図36】

1層ディスク



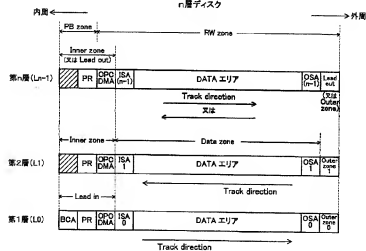
【図37】

2層ディスク



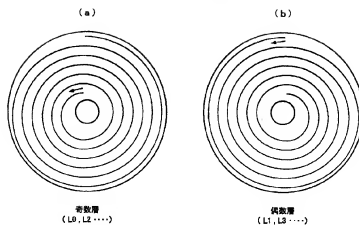
【図38】

n層ディスク

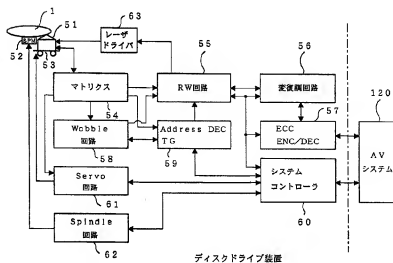


【図 39】

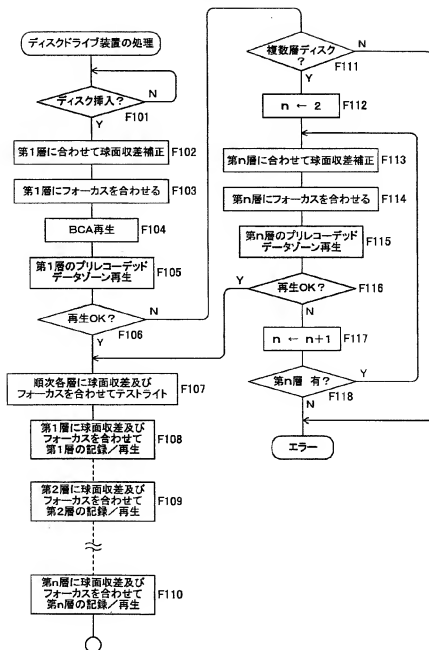
トラックのスパイラル方向



【図 40】



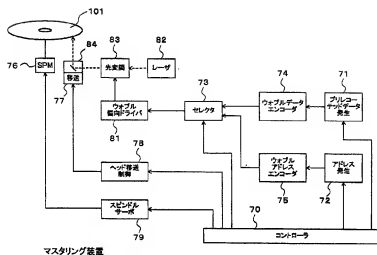
【図 4 1】



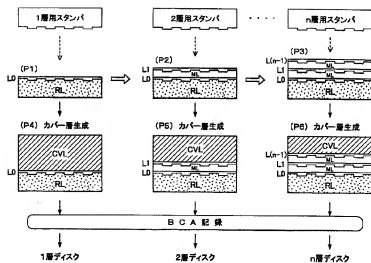
(a)



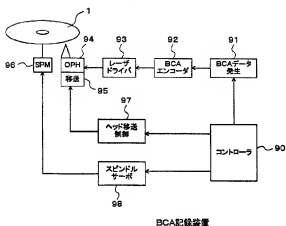
マスタリング装置



【図 45】



【図 46】



フロントページの続き

(51)Int.C1.⁷

G 1 1 B 7/125
7/135
11/105

識別記号

5 0 1
5 1 6
5 5 1
5 8 1
5 8 6

F I

G 1 1 B 7/125
7/135
11/105

テマコード* (参考)

B
Z
5 0 1 A
5 1 6 A
5 5 1 L
5 8 1 L
5 8 6 A

- (71)出願人 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ
 Koninklijke Philips Electronics N.V.
 オランダ国 5621 ペーアー アインドーフェン ブルーネヴァウツウェッハ 1
 Groenewoudseweg 1,
 5621 BA Eindhoven, The Netherlands
- (72)発明者 小林 昭栄
 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 山上 保
 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 門脇 慎一
 大阪府門真市大字門真1005番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 石田 隆
 大阪府門真市大字門真1005番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 コーネリス マリナス シェプ
 オランダ国 5656 アーアー アインドーフェン プロフホルストラーン 6
- (72)発明者 ヘルマヌス ヨハンネス ボルグ
 オランダ国 5656 アーアー アインドーフェン プロフホルストラーン 6
- F ターム (参考) 5D029 HA06 JB13
 5D075 AA03 CC29 CD09 EE03 FF15
 FG18 FH02
 5D090 AA01 CC14 GG02 GG03 GG27
 5D119 AA09 AA22 BA01 BB04 BB05
 BB13 EC01
 5D789 AA09 AA22 BA01 BB04 BB05
 BB13 EC01